ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

№ 3 2018
Часть 3
ISSN 2409-529X
Журнал издается с 2014 года
Импакт фактор
РИНЦ – 0,336

Электронная версия журнала: **www.eduherald.ru**

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
к.м.н., профессор РАЕ ***Бизенкова Мария Николаевна***

Заместители главного редактора:
к.и.н., профессор РАЕ ***Старчикова Наталия Евгеньевна***
Бизенков Евгений Александрович

Ответственный секретарь
Нефедова Наталья Игоревна

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ
Акбасова А.Д. (г. Туркестан), Алтайулы С.А. (г. Астана), Андреева А.В. (г. Уфа), Андреева Н.В. (г. Белгород), Бадюков В.Ф. (г. Хабаровск), Белецкая Е.А. (г. Белгород), Берестнева О.Г. (г. Томск), Березина А.В. (г. Екатеринбург), Валиев М.М. (г. Уфа), Виштак Н.М. (г. Балаково), Бубновская О.В. (г. Артем), Выхрыстюк М.С.(г. Тобольск), Голубева Г.Н. (г. Набережные Челны), Гормаков А.Н. (г. Томск), Горностаева Ж.В. (г. Шахты) , Горшунова Н.К. (г. Курск), Горюнова В.В. (г. Пенза), Губина Н.В. (г. Нижнекамск), Долгополова А.Ф. (г. Ставрополь), Доника А.Д. (г. Волгоград), Евстигнеева Н.А. (г. Москва), Егорова Ю.А. (г. Чистополь), Егорычева Е.В. (г. Волжский), Ершова Л.В. (г. Шуя), Зайцева О.С. (г. Тобольск), Заярная И.А. (г. Находка), Киреева Т.В. (г. Нижний Новгород), Кисляков П.А. (г. Москва), Карпов С.М. (г. Ставрополь), Кобзева О.В. (г. Мурманск), Кобозева И.С. (г. Саранск), Коваленко Е.В. (г. Омск) , Кондратьева О.Г. (г. Уфа), Конкиева Н.А. (г. Санкт-Петербург), Косенко С.Т. (г. Санкт-Петербург), Корельская И.Е. (г. Архангельск), Кочева М.А. (г. Нижний Новгород), Кочеткова О.В. (г. Волгоград), Кубалова Л.М. (г. Владикавказ), Лапп Е.А. (г. Волгоград), Кунусова М.С. (г. Астрахань), Кучинская Т.Н. (г. Чита), Лебедева Е.Н. (г. Оренбург), Кубалова Л. М. (г. Владикавказ), Лапп Е.А. (г. Волгоград), Медведев В.П. (г. Таганрог), Минахметова А.З. (г. Елабуга), Михайлова Т.Л. (г. Нижний Новгород), Николаева Л.В. (г. Якутск), Новикова Л.В. (г. Владимир), Омарова П.О. (г. Махачкала), Орлова И.В. (г. Москва), Осин А.К. (г. Шуя), Панов Ю.Т. (г. Владимир), Пелькова С.В. (г. Тюмень), Постникова Л.В.(г. Москва), Преображенский А.П., Ребро И.В. (г. Волжский), Решетников О.М. (г. Москва), Рыбинцева Г. В., Ткалич С.К. (г. Москва), Павлова Е.А. (г. Санкт-Петербург), Парушина Н.В. (г. Орел), Растеряев Н.В. (г. Новочеркасск), Рева Г.В. (г. Владивосток), Рогачев А.Ф. (г. Волгоград), Рыбанов А.А. (г. Волжский), Салаватова С.С. (г. Стерлитамак), Семёнова Г.И. (г. Тобольск), Сенкевич Л.Б. (г. Тюмень), Тарануха Н.А., Тесленко И.В. (г. Екатеринбург), Ткалич С.К. (г. Москва), Федуленкова Т.Н. (г. Владимир), Френкель Е.Э. (г. Вольск), Шалагинова К.С. (г. Тула), Шестак О.И. (г. Владивосток)

МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ И СТУДЕНТЫ:
Лошадкина А.А. (г. Казань), Горохова Е.Х. (г. Якутск), Негорожина А.В. (г. Ставрополь), Нуржан А.Н. (г. Астана), Гареева Э.И. (г. Уфа), Саврей Д.Ю. (г. Ухта)

18+

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

Журнал «МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.
Свидетельство – **ЭЛ № ФС-77-55504**

Ответственный секретарь редакции – Нефедова Наталья Игоревна
тел. +7 (499) 705-72-30
e-mail: studforum@rae.ru

Почтовый адрес: г. Москва, 105037, а/я 47, Академия Естествознания,
редакция журнала «Международный студенческий научный вестник»

Издательство и редакция: Информационно-технический отдел
Академии Естествознания

Техническая редакция и верстка С.Г. Нестерова

Подписано в печать 19.04.2018

Формат 60x90 1/8
Типография ИД «Академия Естествознания»,
Саратов, ул. Мамантовой, 5
Способ печати – оперативный
Усл. печ. л. 21,75
Тираж 500 экз.
Заказ МСНВ/3-2018

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки

Секция «Информационные технологии в здравоохранении», научный руководитель – Горюнова В.В.

ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ
Вострокнутова О.И., Горюнова В.В., Новиков М.С., Шубин И.И. *349*

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИИ И ЯПОНИИ
Вострокнутова О.И. , Горюнова В.В., Новиков М.С., Шубин И.И. *352*

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ
Горюнова В.В., Дементьев Е.А., Шубин И.И. *355*

СЕРВИСНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ
Горюнова В.В., Егорова А.С. *358*

АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МРТ-ОБОРУДОВАНИЯ
Горюнова В.В., Кухтевич И.И., Тряшкина Е.Н. *361*

МРТ КАК СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ИНСУЛЬТА
Горюнова В.В., Кирасирова Д.И., Кухтевич И.И. *364*

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА МЕДИЦИНСКОГО СТАЦИОНАРА
Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Шубин И.И. *368*

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ ДОКУМЕНТООБОРОТА В МЕДИЦИНСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ
Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Шубин И.И. *371*

АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ МРТ-ДИАГНОСТИКИ
Кухтевич И.И., Горюнова В.В., Горюнова Т.И. *374*

ПРАКТИКА ПРОВЕДЕНИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ МРТ-ИССЛЕДОВАНИЙ
Кухтевич И.И., Горюнова Т.И., Горюнова В.В. *377*

Секция «Информационные технологии в науке, технике и образовании», научный руководитель – Преображенский А.П.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МЕНЕДЖЕРОВ ПО ПРИЕМУ ЗАЯВОК
Агава И.В. *380*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ
Альпатов А.В. *383*

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Бузунов А.Н. *387*

О МОДЕЛИРОВАНИИ РАССЕЯНИЯ МНОГОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ НА ОБЪЕКТАХ
Вилюга Н.Н. *392*

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ СПОРТСМЕНА
Гаврилов А.В. *395*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
Казаков Е.Н. *399*

ПРИМЕНЕНИЕ ИТЕРАЦИЙ В РАСЧЕТНОМ МЕТОДЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
Панкова В.А. *403*

ПРОВЕДЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА ОБЪЕКТАХ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ
Степанова А.А. *407*

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ РАДИОВОЛН НА ТЕЛАХ
Стецула А.Е. 412

ПОСТРОЕНИЕ СЕТЕЙ WIMAX В РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТОТНЫХ ДИАПАЗОНАХ
Стрендин А.А. 417

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ РАДИОВОЛН
Стюхина Т.А. 422

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ
Тамбовцев Г.А., Маркова А.А., Косых А.В. 426

О СОЗДАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА В CALL-ЦЕНТРЕ
Чернышов И.Г., Сысоев Г.В., Тимохин Д.Г. 429

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ
Шельгорн Я.В. 434

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В СЛОЖНОЙ СИСТЕМЕ
Шкирман С.О. 438

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ РИСКА ВЕРОЯТНОСТИ ПРИ ЛЕТАЛЬНОМ ИСХОДЕ ДЛЯ ВЫБРОСОВ ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
Щетникова Д.А., Щербатых С.С., Гусарова И.А. 443

Секция «Методы, модели и средства автоматизации технологических процессов», научный руководитель – Белозеров В.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОПЛАТНОГО КОМПЬЮТЕРА RASPBERRY PI 2 В КАЧЕСТВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОПЕРАТОРСКОЙ ПАНЕЛИ
Аль-Тибби В.Х., Адамян А.А. 447

МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ЭЛЕКТРОПОДСТАНЦИЯХ
Белозеров В.В., Голубов А.И. 450

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ MOSFET ПОСРЕДСТВОМ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ
Вернези М.А., Горянина К.И. 454

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ MEMS АКСЕЛЕРОМЕТРОВ
Горянина К.И., Вернези М.А. 458

МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРО-ГАЗО-СЧЕТЧИКА-ИЗВЕЩАТЕЛЯ С ТЕРМОМАГНИТНЫМ СЕПАРАТОРОМ ВОЗДУХА ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ
Долаков Т.Б. 462

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВСЕСЕЗОННОЙ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН К ПРОРАЩИВАНИЮ
Донской Д.Ю., Лукьянов А.Д. 466

ZIGBEE – ПРОТОКОЛ СОВРЕМЕННОЙ БЕСПРОВОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ
Закалюжный А.А., Кудряшев С.Б. 470

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ КАЧЕСТВА МАШИННОГО МАСЛА
Каевский А.И., Белокопытов Р.К. 473

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ В ШАХТАХ
Колесников С.В. 477

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОГО РЕСУРСОВ СПЛИТ-СИСТЕМ С МОДУЛЕМ ТЕРМОЭЛЕКТРОННОЙ ЗАЩИТЫ
Кулягин И.А. 483

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЧИСТИТЕЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ
Мотренко А.П., Каевский А.И. 487

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ, ПОЖАРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ
Назаренко А.А. *491*

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ МИКРОСИСТЕМЫ ПОДАВЛЕНИЯ ПОЖАРНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВРЕДА
Периков А.В. *496*

МЕТОД АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЯ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛОВ
Руйон Г.Б. *501*

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНОГО CUO В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕРМООБРАБОТКИ ЕГО ПРЕКУРСОРА
Саломатина А.И. *505*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДОСТАВКИ ИНСУЛИНА В КРОВЬ
Скакодуб А.В., Каевский А.И. *508*

БАРО-ЭЛЕКТРО-ТЕРМО-АКУСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА
Стаценко Т.Г. *512*

CONTENTS

Technical sciences

Section «Information technologies in health care», scientific supervisor – Goryunova V.V.

ISSUES OF ORGANIZATIONAL MANAGEMENT OF INVESTMENT ACTIVITIES IN HEALTH CARE
Vostroknutova O.I., Goryunova V.V., Novikov M.S., Shubin I.I. 349

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF MODELS OF ORGANIZATION OF HEALTH SYSTEMS IN RUSSIA AND JAPAN
Vostroknutova O.I., Goryunova V.V., Novikov M.S., Schubin I.I. 352

APPLICATION OF MAGNETOSTRICTIVE TECHNOLOGIES FOR IMPROVING THE WORKING CAPACITY AND REHABILITATION OF ATHLETES
Goryunova V.V., Dementev E.A., Shubin I.I. 355

SERVICE TECHNICAL SUPPORT AND BASIC TYPES OF DENTAL RADIOGRAPHY
Goryunova V.V., Egorova A.S. 358

ANALYSIS AND CHARACTERISTICS OF THE TECHNICAL CONDITION OF MRI EQUIPMENT
Goryunova V.V., Kukhtevich I.I., Tryashkin Y.N. 361

MRI AS A MODERN METHOD OF EARLY DIAGNOSTICS OF THE INSUL
Goryunova V.V., Kirasirova D.I., Kukhtevich I.I. 364

THE MAIN TASKS OF THE ACTIVITY AND THE ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF A STATIONARY HOSPITAL
Goryunova V.V., Goryunova T.I., Shubin I.I. 368

SOCIO-ECONOMIC REQUIREMENTS FOR THE WORKFLOW SYSTEM IN A MEDICAL INSTITUTION
Goryunova V.V., Goryunova T.I., Shubin I.I. 371

ANALYSIS AND CHARACTERISTICS OF THE OPERATION OF THE EQUIPMENT FOR MRI DIAGNOSTICS
Kukhtevich I.I., Goryunova V.V., Goryunova T.I. 374

THE PRACTICE AND SAFETY OF MRI STUDIES
Kukhtevich I.I., Goryunova T.I., Goryunova V.V. 377

Section «Information technologies in science, technology and education», scientific supervisor – Preobrazhensky A.P.

AUTOMATED SYSTEM FOR MANAGERS FOR ACCEPTING APPLICATIONS
Agava I.V. 380

THE DEVELOPMENT OF PROGRAM FOR ESTIMATION OF STUDENTS' KNOWLEDGE
Alpatov A.V. 383

THE FEATURES OF INFORMATION-DIAGNOSTIC SYSTEMS
Buzunov A.N. 387

ON MODELING MULTI-FREQUENCY SCATTERING SIGNALS AT OBJECTS
Vilyuga N.N. 392

DEVELOPMENT OF TRAINING PROGRAM FOR THE ATHLETE
Gavrilov A.V. 395

THE APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELING TO DETERMINE THE PARAMETERS OF ELECTRODYNAMIC MATERIALS
Kazakov E.N. 399

THE USE OF THE COMBINED OF METHODS FOR CALCULATING ELECTRODYNAMIC CHARACTERISTICS
Pankova V.A. 403

OPTIMIZATION OF THE CHARACTERISTICS OF SCATTERING OF ELECTROMAGNETIC WAVES ON COMPLEX-FORM OBJECTS
Stepanova A.A. 407

MODELING OF RADIO WAVE SCATTERING ON THE BODIES
Stetsula A.E. 412

THE BUILDING OF NETWORKS WIMAX IN DIFFERENT FREQUENCY RANGES
Strendin A.A. 417

THE DESIGN OF ABSORBERS OF RADIO WAVES
Styuhina T.A. 422

THE DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR ANALYZING USER ACTIVITY
Tambovtcev G.A., Markova A.A., Kosykh A.V. 426

ON CREATION OF THE AUTOMATED WORKPLACE OF THE OPERATOR IN CALL-CENTER
Chernyshov I.G., Sysoev G.V., Timokhin D.G. 429

ABOUT THE POSSIBILITIES OF OPTIMIZING THE PRODUCTION OF ELECTRONIC EQUIPMENT
Schelgorn Y.V. 434

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF ALGORITHM FOR RESOURCE ALLOCATION IN A COMPLEX SYSTEM
Shkirman S.O. 438

THE IMPLEMENTATION OF ALGORITHM FOR CALCULATIONS RISK PROBABILITIES WITH A LETHAL OUTCOME FOR EMISSIONS OF TOXIC SUBSTANCES
Schetnikova D.A., Scherbatyh S.S., Gusarova I.A. 443

Section «Methods, models and means of automation technological process», scientific supervisor – Belozerov V. V.

USING THE RASPBERRY PI 2 SINGLE-BOARD COMPUTER AS AN INTELLIGENT OPERATOR PANEL
Al-Tibbi V.K., Adamyan A.A. 447

MODEL OF THE SUBSYSTEM OF DIAGNOSTICS AND PREVENTING OF THE FIRES AND EXPLOSIONS OF TECHNOLOGICAL LIQUIDS ON THE POWER SUBSTATION
Belozerov V.V., Golubov A.I. 450

THE METHOD OF CALCULATION OF THE CONTROL CIRCUIT OF THE MOSFET BY MEANS OF MICROPROCESSOR TECHNOLOGY
Vernese M.A., Goryanin I.K. 454

MODELING OF THE PROCEDURE FOR THE IDENTIFICATION OF MEMS ACCELEROMETER ERRORS
Goryanina K.I., Vernezi M.A. 458

MODEL ELECTRO-GAS-COUNTER-ANNUNCIATOR WITH THE THERMOMAGNETIC SEPARATOR OF AIR FOR SUPPRESSION OF THE FIRES AND EXPLOSIONS
Dolakov T.B. 462

AUTOMATED INSTALLATION FOR YEAR-ROUND PREPARATION OF SEEDS FOR GERMINATION
Donskoi D.Y., Lukyanov A.D. 466

ZIGBEE – PROTOCOL OF MODERN WIRELESS DATA TRANSMISSION TECHNOLOGY
Zakaluyzhnyy A.A., Kudryshov S.B. 470

AUTOMATION OF THE PROCESS OF MEASURING THE QUALITY OF ENGINE OIL
Kaevsky A.I., Belokopytov R.K. 473

MODEL OF THE AUTOMATED SYSTEM IS FIRE AND EXPLOSION PROOF AND ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COAL MINING IN THE MINES
Kolesnikov S.V. 477

THE ANALYSIS OF OPERATIONAL AND FIREPROOF RESOURCES A SPLIT SYSTEMS WITH THE MODULE OF THERMIONIC PROTECTION
Kulyagin I.A. 483

AUTOMATION OF CLEANING FILTERS
Motrenko A.P., Kaevsky A.I. 487

METHODS OF IMPROVING EFFECTIVENESS FIRE AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF OBJECTS THERMAL POWER INDUSTRY
Nazarenko A.A. 491

MODEL OF AUTOMATED MICROSYSTEM OF SUPPRESSION OF FIRE AND ELECTRICAL HARM
Perikov A.V. 496

AUTOMATING METAL CORROSION TESTING METHOD
Ruyon G.B. 501

AUTOMATION OF CONTROL OF PRODUCTION OF PHOTO-CATALYTICALLY ACTIVE CUO AS A RESULT OF THERMO-PROCESSING OF ITS PRECURSOR
Salomatina A.I. 505

AUTOMATION OF THE PROCESS OF MEASURING THE QUALITY OF ENGINE OIL
Skakodub A.V., Kaevsky A.I. 508

BARO-ELECTRO-THERMO-ACOUSTIC ANALYSIS IN FORECASTING THE LIFE CYCLE OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON GRAPHENE
Statsenko T.G. 512

Секция «Информационные технологии в здравоохранении», научный руководитель – Горюнова В.В., канд. техн. наук, доцент

УДК [658.14+330.322]:61

ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Вострокнутова О.И., Горюнова В.В., Новиков М.С., Шубин И.И.

Пензенский государственный технологический университет, Пенза, e-mail: gvv17@ya.ru

В статье рассматриваются актуальные вопросы управления инвестиционной деятельностью в здравоохранении . Подчёркивается, что набор управленческих решений, связанных с привлечением и реализацией инвестиционных проектов, должен быть направлен обновление, модернизацию, реструктуризацию и иные изменения в деятельности в здравоохранения. Определяются основные цели управления инвестиционной деятельностью – это обеспечение взаимодействия между подразделениями для управленческого аппарата в ходе инвестиционного процесса, разделение функциональных обязанностей, определение ответственности принятие решений, обеспечение для эффективности использования ресурсов. В процессе формирования организационной структуры управления инвестиционной должны быть обеспечены эффективные связи между службой управления и другими функциональными системами управления предприятием.

Ключевые слова: здравоохранение, организационное управление, инвестиционная деятельность

ISSUES OF ORGANIZATIONAL MANAGEMENT OF INVESTMENT ACTIVITIES IN HEALTH CARE

Vostroknutova O.I., Goryunova V.V., Novikov M.S., Shubin I.I.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru

The article deals with topical issues of investment management in the adoption of healthcare activities. It is emphasized that the set of results of managerial decisions, between related to attracting and implementing investment upgrade projects, should be sent to renewal, liquidation, modernization, restructuring and other changes in the ratio of activities in health. The main objectives of the management of the activity of investment activities are defined: it means ensuring interaction between departments for the management apparatus for the purposes of the investment process; separation of certain functional duties; the definition of responsibility by the implementation of the decision-making; to ensure the efficient use of its resources. In the process of forming the organizational structure of investment activity management proceed from the scope of investment activity, its main forms, the functions of the investment process and other factors. In addition, when building it, effective links between the management service and other functional management systems of the enterprise should be ensured.

Keywords: healthcare, organizational management, investment activity

Понятие «инвестиции» ведет свое происхождение от латинского слова invest, которое означает «вложение».

Следовательно, инвестиции представляют собой вложения каких-либо средств в формирование определенных видов имущества для получения в будущем чистого дохода (прибыли) или других результатов. При этом полученный вследствие инвестирования средств результат должен обязательно превышать сумму в инвестиций, т.е. вложения средств.

Инвестиционная деятельность согласно федеральному закону «Об инвестиционной деятельности» – вложение инвестиций и или осуществление практических действий в целях получения прибыли достижения иного полезного эффекта.

Механизмы управления инвестиционной деятельностью в здравоохранении. Инвестиционная деятельность в здравоохранении представляется как определённый набор управленческих решений, связанных с привлечением и реализацией инвестиционных проектов, направленных обновление, модернизацию, реструктуризацию и иные изменения в деятельности в здравоохранении.

Существуют следующие цели управления инвестиционной деятельностью: обеспечение взаимодействия между подразделениями для управленческого аппарата в ходе инвестиционного процесса; разделение функциональных обязанностей; определение ответственности принятие решений; обеспечение для эффективности использования ресурсов.

Существуют различные классификации инвестиций [1]:

По степени ликвидности инвестиции подразделяются высоколиквидные и низколиквидные. Высоколиквидными инвести-

циями называются выгодные инвестиции, влекущие за собой минимум рисков, так называемые, быстрореализуемые. Низколиквидные инвестиции, напротив, конвертируются в денежный эквивалент в течение продолжительного периода времени.

По отношению к компании выделяют внутренние и внешние инвестиции. Внутренние инвестиции характеризуют вложения в активы самой компании. Внешние инвестиции представляют собой вложения в активы организаций здравоохранения или финансовые инструменты, эмитируемые другими компаниями.

По объектам капиталовложения инвестиции можно классифицировать на две большие группы: реальные На инвестиции и инвестиции, носящие финансовый характер. Реальные инвестиции характеризуют вложения капитала в воспроизводство основных средств, в инновационные нематериальные активы, а также в прирост запасов товарно-материальных ценностей. Финансовые инвестиции характеризуют вложения капитала в различные финансовые инструменты, главным образом, в ценные бумаги, как долевые, так и долговые.

По срочности можно выделить краткосрочные инвестиции, которые характеризуют вложение капитала на период до одного года и долгосрочные инвестиции, которые осуществляются срок более года [2].

Финансовые инвестиции могут осуществляться как в отдельный актив, так и в набор активов, в таком случае речь пойдет о портфельных инвестициях. Портфельные инвестиции, в свою очередь, вызывают необходимость составления бюджета капитальных вложений.

Однако «проблему любой сложности в принципе можно свести к задаче поиска в пространстве состояний (вариантов), если только удастся её формализовать в терминах начального состояния, конечного состояния и операций перехода в пространстве состояний; поиск в пространстве состояний должен направляться определенным образом представленными знаниями о конкретной предметной области» [3].

Следовательно, широкий спектр возможных конфигураций систем управления инвестициями должен быть описан с помощью комплекса вариативных моделей. на Также следует разработать систему знаний, описывающих причины существования разных вариантов организации исследуемой подсистемы крупного бизнеса. Это позволит решать задачи диагностирования (анализа) – построение моделей существующих систем и интерпретация их свойств и задачи конфигурирования (совершенствования) – поиск лучших вариантов моделей для последующей разработки комплекса предложений по совершенствованию реальных систем [4].

Моделирование сложных систем следует осуществлять иерархически. Общую последовательность этапов нужно выбрать так, чтобы на каждом из них уменьшалась неопределённость (разнообразие) характеристик системы. «Решение задач каждого этапа... позволяет переходить самых общих, агрегированных системных категорий... копределению конкретных характеристик структурных элементов».

Системы управления инвестициями в здравоохранении следует исследовать и совершенствовать с помощью трёх уровней моделей [5]. Первый уровень характеризует распределение полномочий и ответственности уровням административного аппарата управлении разными классами проектов. Это так называемые обобщённые модели инвестиционной деятельности. Модели второго уровня описывают распределение различных элементов процессов управления инвестициями между подразделениями, относящимися к разным уровням корпоративной иерархии. Третий уровень характеризует отдельные элементы управленческих процессов.

Последовательность составления бюджета капиталовложений выбор выглядит следующим образом:

1. Поиск от инвестиционных возможностей, административного создание инвестиционных отдельные предложений.

2. Расчет мониторинга денежных потоков, доходов и расходов, возможностей которые связаны с осуществлением проекта.

3. Оценка денежных потоков.

4. Выбор проектов оптимальных проектов в соответствии с определенными критериями.

5. Контроль за осуществлением, периодическая переоценка объектов проекта.

Непосредственно инвестиционный процесс также состоит из нескольких этапов:

Прединвестиционный этап, на котором происходит определение цели инвестирования, выбор инвестиционного проекта, составление плана реализации проекта.

Инвестиционный этап. Здесь осуществляется разработка более детального плана, а также строительство и ввод в эксплуатацию объектов инвестирования.

Эксплуатационный этап включает текущую эксплуатацию объектов инвестирования и осуществление мониторинга.

Ликвидационно-аналитический этап – это заключительный этап инвестирования, на котором проводится оценка опыта инвестирования, пост-аудит, а также переориентация или ликвидация использованных мощностей.

Главным аспектом эффективного инвестиционного управления на предприятии является создание условий для реализации инвестиционных проектов, что включает наличие ресурсов, обеспечивающих инвестиционный процесс, и систему управления данными ресурсами.

Инвестиционная политика корпорации во многом также зависит и ее дивидендной политики. Здесь важным является достижение компромисса между стремлением акционеров к получению текущих доходов и необходимостью реинвестирования средств в целях повышения рыночной стоимости компании. Если результаты инвестиционных проектов принесут собственникам больший доход, чем тот, что они получат в форме дивидендов, то, скорее от всего, будет принято решение о реинвестировании прибыли.

Различают два типа обеспечения реализации инвестиционного проекта – ресурсное и организационное. Последнее представляет собой систему мер, объем, структуру, направления инвестиций в наиболее перспективные инвестиционные проекты.

На первоначальном этапе формирования комплексной системы управления инвестиционной деятельностью определяются цели организации и управления инвестиционной деятельностью.

Основу организационного обеспечения комплексной системы управления инвестиционной деятельностью составляет формируемая на предприятии структура управления его инвестиционной деятельностью, элементами которой являются отдельные менеджеры, службы, отделы и другие организационные подразделения аппарата управления. При построении структуры управления инвестиционной деятельностью обязательным условием должна быть ее интеграция с общей структурой управления предприятием.

Заключение. В процессе формирования организационной структуры управления инвестиционной деятельностью исходят из масштабов осуществления инвестиционной деятельности, ее основных форм, функций инвестиционного процесса и других факторов. Кроме того, при ее построении должны быть обеспечены эффективные связи между службой управления и другими функциональными системами управления предприятием, а также формальные правила взаимодействия участников инвестиционного проекта, уровни ответственности и полномочий для постоянных и временных участников.

На этапе оценки результатов инвестиционной деятельности происходит сравнительный анализ отчетных и плановых (нормативных) показателей. В процессе этого анализа выявляется степень отклонения отчетных показателей от плановых (нормативных), определяются причины этих отклонений и вносятся рекомендации по корректировке отдельных направлений инвестиционной деятельности предприятия.

Список литературы

1. Бирюкова, А.И. Факторы, определяющие инвестиционную привлекательность отрасли / А.И. Бирюкова // Вестник стипендиатов ДААД. –2013. – Т. 1, № 1–1(10). – С. 72–74.

2. Лукасевич И.Я. Альтернативные подходы к оценке инвестиционных проектов // Финансы. – 2014. –№ 9. – С. 21.

3. Власов Е.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // Фундаментальные исследования. – 2013. – №11–9. – С.1789–1793.

4. Горюнова В.В. [и др.] Использование информационных технологий и концептуальных спецификаций при оценке качества жизни населения // Современные наукоемкие технологии. – 2014 —№5–1 – С. 130–132

5. Теплицкий, В.А. Методические положения оценки инвестиционной привлекательности: Межвузовский сборник научных трудов / под ред. Л.И. Сергеева. – Калининград: изд-во РГУ им. И. Канта, 2015. – С. 34 -61.

УДК 007:61(470+520)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИИ И ЯПОНИИ

Вострокнутова О.И. , Горюнова В.В., Новиков М.С., Шубин И.И.

Пензенский государственный технологический университет, Пенза, e-mail: gti3317@mail.ru

В статье рассматриваются основные модели управления здравоохранением на примере национальных систем России и Японии. Уточняется, что в настоящее время в Японии существует общественная система охраны здоровья, включающая такие части как общественная гигиена, социальное обеспечение, медицинское страхование, медицинское обслуживание некоторых групп населения за счет средств государства. Отмечается, что российская экономическая модель здравоохранения официально относится к смешанным моделям с преобладанием государственного сектора . Это положение связано с рядом причин – объективного и субъективного характера, при этом государственная политика России с начала экономических реформ все больше склоняется к усилению государственной власти. Отношение к медицинской услуге и роль государства в системе охраны здоровья определяет оплату труда людей, занятых в этой сфере и индексирование цен на рынке медицинских услуг.

Ключевые слова: здравоохранение, система управления, Россия, Япония

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF MODELS OF ORGANIZATION OF HEALTH SYSTEMS IN RUSSIA AND JAPAN

Vostroknutova O.I., Goryunova V.V., Novikov M.S., Schubin I.I.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru

The article examines the main models of health management using the example of the national systems of Russia and Japan. It is specified that at present in Japan there is a public health protection system, which includes such parts as public hygiene, social security, medical insurance, medical care for some groups of the population at the expense of the state. It is noted that the Russian economic model of healthcare officially refers to mixed models with a predominance of the public sector. This provision is associated with a number of reasons – objective and subjective nature, while Russia's state policy since the beginning of economic reforms is increasingly inclined to strengthen state power. The attitude to the medical service and the role of the state in the health protection system determines the payment of labor of people engaged in this sphere and the indexation of prices in the market of medical services. The article examines the main models of health management using the example of the national systems of Russia and Japan. It is specified that at present in Japan there is a public health protection system, which includes such parts as public hygiene, social security, medical insurance, medical care for some groups of the population at the expense of the state

Keywords: healthcare, management system, Russia, Japan

Государственная система здравоохранения эффективно работает только при условии достаточных ресурсов. При этом, как экономические возможности государства, так и реальные объемы финансирования медицинской сферы существенно влияют на состояние здоровья населения. Так, система, основанная на принципах страховой медицины, хорошо функционирует в условиях различного финансового обеспечения [1–2].

Модели организации систем здравоохранения. В ряде стран, для которых характерна приверженность идее свободного предпринимательства и были отвергнуты принципы полного государственного регулирования страхования, из-за острой конкуренции создаются условия роста качества, поиска все новых продуктов и технологий, жесткой выбраковки экономическинеэффективных стратегий и участников рынка.

К настоящему времени сложились три системы здравоохранения:

– система регулируемого страхования (страховая медицина);

– бюджетное здравоохранение (государственная система);

– система частного страхования здоровья (рыночная система).

В основе каждой из этих моделей организации системы здравоохранения лежит различное понимание того, что же является товаром в сфере здравоохранения [4]. Отношение к медицинской услуге и роль государства в системе охраны здоровья определяет оплату труда людей, занятых в этой сфере и индексирование цен на рынке медицинских услуг.

Сравнительная характеристика моделей управления здравоохранением России и Японии

Модель финансирования здравоохранения, сформировавшаяся в России может быть названа переходной бюджетно-страховой моделью [4]. Задача введения системы обязательного медицинского страхования (ОМС), основанной на взносах из фонда оплаты труда, в свое время рассматривалась как одна из решающих задач. Ее введение обусловлено стремлением расширить ис-

точники финансирования здравоохранения, получить новые каналы стабильного поступления дополнительных средств.

Российская экономическая модель здравоохранения официально относится к смешанным моделям с преобладанием государственного сектора. Такое положение связано с рядом причин – объективного и субъективно– го характера. Сравнительная характеристика моделей социально-экономического управления России и Японии представлена в таблице.

Япония – первая страна в Азии, где в 1961 г. было введено страхование здоровья в общенациональном масштабе. В настоящее время в Японии существует общественная система охраны здоровья, включающая такие части как общественная гигиена, социальное обеспечение, медицинское страхование, медицинское обслуживание некоторых групп населения за счет средств государства [5].

Характеристика социально-экономических моделей

Россия Тип системы: бюджетно-страховая.	Япония Тип системы: социально-страховая
наличие неспецифичных источников финансирования, но основной бюджет,	медицинская услуга квазиобщественное благо
гарантия государством базисных объемов бесплатной помощи для основной части населения в рамках ОМС	доля расходов на здравоохранениев ВВП 6,6%
централизованное и регионарное планирование ЗО	источники финансирования ОМС – 60%, Гос. бюджет– 10%, Общественные фонды – 10%, Личныесредства – 20%
контроль за медицинской помощью государством и страховыми компаниями,	контроль за эффективностью расходования средств страховыми фирмами (частнымистраховщиками).
регулируемое ценообразование, многообразие форм оплаты	доступность медицинского обслуживания 40% наиональнойсистемойстрахования; 60% – профессионально-производственной системой страховани
свободный выбор ЛПУ и врачей, широкий спектр услуг за счет сочетания программ ОМС и ДМС	ассортимент доступных медицинских услуг.
цены регулируются и утверждаются министерством здравоохранения и социального обеспечения	широкий выбор цен и услуг
приоритет профилактики, использование новых технологий	.спрос на разнообразные медицинские услуги стимулирует внедрение новых технологий

К причинам объективного характера в первую очередь относится уровень жизни населения РФ, который можно охарактеризовать как низкий, сравнительно с развитыми странами. Уровень жизни определяет объем платежеспособного спроса на услуги здравоохранения. К субъективным причинам относится государственная политика, которая с начала экономических реформ все больше склоняется к усилению государственной власти. Смешанный характер системы здравоохранения определяет основные принципы финансирования. Наследственность системы, как постсоветской, национальный менталитет, общий уровень бюрократизации определяют ее особенности и узкие места сравнительно со смешанными моделями здравоохранения в других странах.

Каждое медицинское учреждение в Японии – это самостоятельная организация. 80% больниц принадлежит врачам частной практики. В настоящее время финансирование медицинского обслуживания Японии осуществляется в основном за счет фондов страхования здоровья. Подавляющее большинство населения Японии попадает под действие двух основных систем медицинского страхования: национальной системы страхования здоровья (построенной по территориальному принципу) и системы страхования лиц наемного труда (построенной по производственному принципу).

В Японии национальная система страхования здоровья охватывает большей частью

мелких собственников и членов их семей, инвалидов и других неработающих лиц (всего примерно 45 млн. человек). Страховой взнос взимается местными органами самоуправления или Ассоциацией национального страхования здоровья. Взнос зависит от места жительства, дохода, недвижимого имущества, размера семьи 40 % суммы

В России задача введения системы обязательного медицинского страхования (ОМС), основанной на взносах из фонда оплаты труда, в свое время рассматривалась как одна из решающих задач. Ее введение обусловлено стремлением расширить источники финансирования здравоохранения и получить новые каналы стабильного поступления дополнительных средств [6].

С решением вопроса объемов и методов финансирования тесно связан вопрос совершенствования управления и организации самой структурой здравоохранения, который является важным резервом повышения эффективности работы всей структуры. С использованием современных компьютерных технологий [7]. Основополагающими принципами такого развития являются методы пациентоориенированной медицинской помощи. Это может быть изменение системы здравоохранения в пользу первичной медицинской помощи и профилактики, или использование «политики малых достижений», подразумевающих применение современных управленческих технологий организации работы в медицинских учреждениях, позволяющих реализовать качественное отношение к пациентам при минимальных дополнительных затратах [8].

Заключение. Здравоохранение Японии представляет большой интерес в связи с тем, что этой стране удалось в сравнительно короткий срок достигнуть самых высоких показателей здоровья населения, хотя, не в последнюю очередь, это связано с условиями и образом жизни.

Список литературы

1. Багненко С.Ф. Административная реформа и здравоохранение / С.Ф. Багненко, В.В. Стожаров, А.В. Кириллов, В.А. Федотов // Скорая медицинская помощь. – 2014. – № 4. – С. 10–16.

2. Беркутов, А.М. Современные тенденции и проблемы управления здоровьем / А.М. Беркутов, Ю.Б. Кириллов, Е.М. Прошин // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – № 3–4. – С. 92–104.

3. Григорьева Н.С. // Вест. ММГУ. – 2006. – Сер. 21, Управление (государство и общество), №3. – С. 67–86.

4. Друкер, П. Классические работы по менеджменту / П. Друкер; [пер. с англ. И. Григорян, О. Медведь, С. Писарева; ред. Р. Пискотина]. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2016. – 219 с. – (Сколково).

5. Никифоров С.А. Муниципальное здравоохранение в Российской Федерации: проблемы и перспективы развития / С.А. Никифоров, И.Н. Денисов, Е.В. Ползик. – Екатеринбург, 2014. – 138 с.

6. Ямщиков А.С. Экономические аспекты управления здравоохранением на муниципальном уровне / А.С. Ямщиков – Томск: Изд-во Томского государственногоуниверситета, 2009.

7. Горюнова В.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // Фундаментальные исследования. – 2013 – №11–9 – С. 67–73.

8. Горюнова В.В. [и др.] Использование информационных технологий и концептуальных спецификаций при оценке качества жизни населения // Современные наукоемкие технологии. – 2014 – №5–1 – С. 130.

УДК 159.944:796

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ

Горюнова В.В., Дементьев Е.А., Шубин И.И.

Пензенский государственный технологический университет, Пенза, e-mail: gvv17@ya.ru

В статье подчёркивается, что условием эффективного восстановления для любого человека является возможно раннее начало применения реабилитационных мероприятий. Особо отмечается, что необходимо использовать наряду с традиционной лечебной гимнастикой средства для поддержания общей физической подготовленности и работоспособности, в том числе магнитосрикционные методы. Подтверждается, что именно раннее начало применения физических упражнений и применение магнитострикционных технологий для повышения работоспособности и реабилитации спортсменов других средств – один из основных факторов сокращения сроков реабилитации спортсменов. Течение заболеваний и травм у спортсменов имеет определенные стадии (острую, подострую, ремиссии, выздоровления). Соответственно этими стадиям определяются задачи реабилитации и подбирают средства восстановления. Это позволяет выделить следующие этапы: медицинской реабилитации , спортивной реабилитации , начальный этап спортивной тренировки .

Ключевые слова: реабилитация, спорт, магнитострикционные методы, работоспособность

APPLICATION OF MAGNETOSTRICTIVE TECHNOLOGIES FOR IMPROVING THE WORKING CAPACITY AND REHABILITATION OF ATHLETES

Goryunova V.V., Dementev E.A., Shubin I.I.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru

The article emphasizes that the condition for effective recovery for any person is probably the earliest possible start of the use of rehabilitation measures. It is specially noted that it is necessary to use along with traditional medical gymnastics means for maintaining general physical fitness and working capacity, including magnetoscreezing methods. It is confirmed that it was the early beginning of the use of physical exercises and the use of magnetostrictive technologies to improve the performance and rehabilitation of athletes of other means – one of the main factors reducing the rehabilitation of athletes. The course of diseases and injuries in athletes has certain stages (acute, subacute, remission, recovery). Accordingly, these stages determine the tasks of rehabilitation and select the means of recovery. This allows us to distinguish the following stages: medical rehabilitation, sports rehabilitation, the initial stage of sports training

Keywords: rehabilitation, sport, magnetostrictive methods, working capacity

Во многом схожая с методикой реабилитации не спортсменов и инвалидов, методика реабилитации спортсменов в то же время очень специфична. Прежде всего это относится к ее конечной цели – восстановление специфических двигательных качеств и навыков спортсменов, и требует иных форм организации занятий ЛФК, иных средств и методов.

Непременным условием эффективного восстановления для любого человека является возможно раннее начало применения реабилитационных мероприятий. В связи (с этим с первых же дней после окончания острого периода болезни нужно использовать наряду с традиционной лечебной гимнастикой (если позволяет состояние организма) средства для поддержания общей физической подготовленности и работоспособности, в том числе магнитосрикционные методы.

Именно раннее начало применения физических упражнений и применение магнитострикционных технологий для повышения работоспособности и реабилитации спортсменов других средств – один из основных факторов сокращения сроков реабилитации спортсменов.

Характеристика этапов реабилитации. Течение заболеваний и травм у спортсменов имеет определенные стадии (острую, подострую, ремиссии, выздоровления). Соответственно этим стадиям определяются задачи реабилитации и подбирают средства восстановления. Это позволяет выделить следующие этапы: медицинской реабилитации (МР); спортивной реабилитации (СР); начальный этап спортивной тренировки (СТ) .

Этап медицинской реабилитации (МР) характеризуется стиханием патологического процесса, развитием процессов реституции, регенерации, компенсации, а также иммунитета. Например, к концу этапа МР завершается восстановление анатомической целостности поврежденных структур (сращение переломов костей, разрывов мышц, связок и пр.).

Задачи этого этапа:

– ускорение процессов саногенеза;

– адаптация спортсмена к бытовым нагрузкам;

– поддержание общей (а в ряде случаев – специальной) работоспособности.

В связи с этим наряду с физиотерапией, массажем, ортопедическими средствами начинают применяться магнитострикционные методы и традиционная лечебная физкультура , в том числе широко используются интенсивные общеразвивающие, и специальные упражнения тренировочной направленности.

Этап спортивной реабилитации (СР) характеризуется отдельными функциональными нарушениями, остаточными явлениями перенесенной болезни или травмы (снижение функциональных показателей кардиореспираторной системы, остаточной контрактуры мышц, нарушением координации движений и пр.).

Задачи этого этапа:

• Учитывая довольно большие объем и интенсивность физических нагрузок, применяемых при реабилитации спортсменов, очень важно правильно дозировать их с помощью соответствующих методов контроля и коррекции.

• При определении специфики и первоначальной дозировки специальных упражнений реабилитатор использует не только общеклинические и инструментально-функциональные методы диагностики (гониометрию, тонусометрию, динамометрию, электромиографию и пр.), но также ручные и двигательные тесты.

Учет этих показателей позволяет реабилитатору с большой точностью определить возможность выполнения пациентом специальных упражнений, практически исключив при этом возможные осложнения.

Травмы у спортсменов сопровождаются внезапным и резким прекращением тренировочных занятий, вызывают нарушения установившегося жизненного строя, что влечет за собой снижение функциональных способностей организма спортсменов, происходит физическая и психическая растренированность. Травматизация и прекращение занятий спортом особенно неблагоприятно сказываются на состоянии высококвалифицированных спортсменов.

Метод рефлексотерапии самый эффективный и общепризнанный, так как позволяет достигнуть нужного лечебного эффекта при большинстве заболеваний с помощью стимулирования, регулирования и координирования деятельности нервной системы.

Рефлексотерапия – это собирательный характер значительного количества разнообразных диагностических, лечебных приемов, а также методов воздействий на акупунктурные точки и рефлексогенные зоны тела человека. Методика рефлексотерапии заключается в мобилизации собственных ресурсов человеческого организма и лечении без медикаментов, и характеризуется предотвращением аллергизации, широким спектром применения и новым подходом к решению старых проблем.

Среди физических методов реабилитации с успехом применяются массаж, сауна, иглоукалывание, магнито– и лазеротерапия, электросон. В последние годы в реабилитации при неврологической и ортопедической патологии достаточно активно используются методы поверхностной рефлексотерапии (ПРТ).

Для реабилитации спортсменов с болями в спине вертеброгенного происхождения применялась методика разгрузки позвоночника с использованием устройства «Армос». Курс реабилитации с использованием составил 4–7 сеансов, после чего спортсмены выполняли специальный комплекс статистических упражнений, направленных на укрепление мышц спины и живота. Под воздействием реабилитационных процедур поочередно разгружаются шейный, грудной и пояснично-крестцовый отдел позвоночника, ликвидируется мышечный дисбаланс, что приводит к уменьшению и ликвидации миофасциальных болей, улучшает кровообращение в позвоночнике и во внутренних органах, управляемых через спинальную нервную систему; наблюдается повышение объема движений, что обеспечивается снятием болевого синдрома и гипертонуса мышц спины, верхних и нижних конечностей, улучшились показатели психосоматического состояния.

Основу снятия миофасциальных болей вертеброгенного происхождения устройством «Армос» составляет устранение статодинамических нарушений функций позвоночного столба как единой биомеханической системы, восстановление функции блокированных суставов и различные приемы воздействия на рефлекторные изменения в мышечно-связочном аппарате нарушенных сегментов.[1]

Использование аппликаторов «РЕДОКС» способствует субъективному улучшению самочувствия, повышению работоспособности, ускорению процессов восстановления. Активация симпатическо-

го отдела вегетативной нервной системы наблюдается при воздействии на область стоп или спины в течение 7–10 мин аппликатора с углом игл 90°. Релаксационное воздействие наиболее выражено при использовании аппликатора с углом игл 60° в течение 25–30 мин. Наряду с этим повышается эффективность деятельност: снижается частота сердечных сокращений, повышается периферический кровоток, отмечается тенденция к снижению артериального давления.

На теле человека насчитывается около 365 основных активных точек. Человеческий организм представляет собой совокупность семь биологических электростанций. Управляют ими пять органов чувств, мозг и сердце. То электричество, которое выработано внутри человека, его же тканями и поглощается. Этот факт доказывает то, что электрическая система человека замкнута.

Разрабатываемый нами преобразователь МСПРТВ позволяет в комплексной взаимосвязи формируемых физических процессов с регулируемыми энергетическими и временными характеристиками воздействовать на биологически активные точки живых организмов, то есть осуществлять механическое продольное, механическое крутильное, вибрационное продольное, вибрационное крутильное, тепловое, магнитное, акустическое, электрическое воздействия одновременно или поканально. В ходе проведения исследовательских, лечебных или профилактических процедур преобразователь позволит определять величину контактного давления со стороны активатора на биологически активные точки и глубину его проникновения в организм человека [2–3].

Применение магнитострикционных технологий для рефлексотерапевтического воздействия на биологически активные точки человека позволит повысить эффективность терапии при проведении косметических, лечебных или профилактических процедур [4–5].

При этом, задачей реабилитации спортсменов является восстановление их психосоматического здоровья после перенесенных заболеваний и травм, общей и специальной работоспособности.

В настоящее время физическая работоспособность является важнейшей составляющей подготовленности спортсмена к соревнованиям и представляет несомненный интерес для специалистов как медико-биологического, так и спортивно-педагогического направлений.

Список литературы

1. Быков Е.В., Применение поверхностной рефлексотерапии для восстановления спортивной работоспособности / Е.В. Быков, С.А. Личагина, А.В. Шевцов, А.В. Чипышев // Теория и практика физической культуры. – №8. – 2006.

2. Дементьев Е.А., Магнитострикционный преобразователь для рефлексотерапевтического воздействия на биологически активные точки человека / Е.А. Дементьев, Е.С. Дементьева, В.Н. Прошкин // Научный альманах. – 2016. – №9–1(23). – С. 399–402.

3. Дементьев Е.А. Использование магнитострикционных преобразователей в рефлексотерапии / Е.А. Дементьев, Е.С. Дементьева, В.Н. Прошкин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 5 (33). – С. 104–109.

4. Власов Е.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // Фундаментальные исследования. – 2013 – №11–9 – С. 1789–1793.

5. Горюнова В.В. [и др.] Использование информационных технологий и концептуальных спецификаций при оценке качества жизни населения // Современные наукоемкие технологии. – 2014 – №5–1 – С. 130–132.

УДК 621.01:004:616.31

СЕРВИСНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ

Горюнова В.В., Егорова А.С.

ФГОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза, e-mail: gvv17@ya.ru

В статье представлен обзор и способы использования стоматологической рентгенографии. Рассматриваются показания к назначению различных видов рентгенограмм. Подчёркивается , что современные способы стоматологической рентгенологии адаптированы для минимизации вреда пациенту и повышения качества обследования. Подчёркивается, что в связи с тем, что рентгеновский аппарат является источником ионизирующего излучения, важно качественное сервисное обслуживание с целью обеспечения работоспособности оборудования с точным выполнением заданных характеристик. Отмечается, что при этом необходимы периодический контроль, проверка и настройка аппаратуры силами медицинского персонала и инженерно-технических работников. Для обеспечения безотказной и качественной работы, а также профилактики сбоев и выхода из строя дорогостоящего оборудования томограф и компьютер нуждаются в профилактическом и сервисном обслуживании.

Ключевые слова: рентгенография, стоматология, сервис, техническая обслуживание

SERVICE TECHNICAL SUPPORT AND BASIC TYPES OF DENTAL RADIOGRAPHY

Goryunova V.V., Egorova A.S.

Penza state technological university, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru

The article presents an overview and methods of using dental radiography. The indications for the appointment of various types of radiographs are considered. It is emphasized that modern methods of dental radiology are adapted to minimize harm to the patient and improve the quality of the survey. It is emphasized that in view of the fact that the X-ray apparatus is the source of ionizing radiation, it is important to provide quality service to ensure the operability of the equipment with the precise performance of the specified characteristics. It is noted that this requires periodic monitoring, verification and adjustment of equipment by medical personnel and engineering staff. To ensure trouble-free and high-quality operation, as well as prevention of malfunctions and failure of expensive equipment, a tomograph and a computer need preventative and service maintenance.

Keywords: radiography, dentistry, service, maintenance

Основные виды рентгенографии в стоматологии. По способу использования стоматологическая рентгенография разделяется на определенные виды [1]:

1. Обзорная;
2. Внеротовая;
3. Внутриротовая.

Обзорные рентгенограммы выполняются в трех проекциях – передняя полуаксиальная, боковая и прямая. Исследование при сравнении с другими аналогами, применяемыми в стоматологии, обеспечивает максимальный вред.

Окклюзионная рентгенография выполняется в прикус, когда пленка помещается между зубами. Для исследования получения раздельного изображения корней при подозрении на патологические образования в данной области рационально выполнение косых проекций – дистомедиальная, мезодистальная.

Интерпроксимальный рентген позволяет получить четкое изображение краевых частей межальвеолярных отростков. Исследование позволяет объективно оценить степень резорбции костной ткани при пришеечном и апроксимальном кариесе.

Окклюзионная рентгенография – это распространенный метод определения болезней зубов. Вред от исследования больше, чем от вышеописанных вариантов, так как радиационное облучение воздействует на большие области. Дентальное исследование в прикус применяется при необходимости изучения 4 зубов одновременно.

Длиннофокусная рентгенография в стоматологии стала применяться с 1960 года. Длительная практика позволила оптимально адаптировать способ для получения четкой структуры зуба, охвата альвеолярного отростка по вертикали.

Еще одним популярным исследованием в стоматологии является панорамная рентгенография. Вред от радиационного облучения при ней больше, чем при внутриротовой рентгенографии. Применяется исследование при необходимости изучения состояния многих зубов на одной челюсти. Аналогичное использование внутриротовой рентгенографии привело бы к выпол-

нению десятков снимков. В таком случае существенно повышается лучевая нагрузка на человека.

Панорамные рентгенограммы верхней челюсти позволяют получить качественное отображение верхнечелюстных пазух, визуализировать структуру скуловых костей, верхней челюсти. На нижней рентгенограмме качественно просматривается нижнечелюстной канал, основание челюсти. На боковом снимке одновременно отображается весь зубной ряд с верхней и нижней стороны одной половины. Изображение помогает стоматологом определить воспалительные, злокачественные процессы, правильно спланировать ход протезирования.

Показания к назначению панорамной ортопантомографии:

• Кисты;
• Воспаления;
• Опухоли;
• Травмы.

Цифровая рентгенография в стоматологии необходима, но для снижения вреда нужно соблюдать ряд важных принципов:[3]

1. Отграничивать при облучении ненужные ткани диафрагмой;

2. Экранировать важные жизненные органы;

3. Изучать радиологический паспорт человека перед исследованием;

4. Обучение стоматологов оптимальным диагностическим алгоритмам;

5. Минимизация времени облучения.

Современные способы стоматологической рентгенологии адаптированы для минимизации вреда пациенту, повышения качества обследования. Вопрос замены устаревшей техники на цифровое рентгеновское оборудование должен повсеместно решиться на протяжении 10 ближайших лет.[4].

Для снижения дозы облучения больных необходимо принимать следующие меры:

1. во время выполнения рентгенограмм на больного надевают фартук из просвинцованной резины либо используют специальные устройства различных конструкций, обеспечивающие защиту области шеи, грудной клетки, полости таза и половых желез от прямого пучка лучей. Для защиты щитовидной железы применяются просвинцованные экраны – воротники.

2. при выполнении внутриротовых рентгенограмм предпочтительно использовать пакетированные пленки, к одной стороне которых прилежит тонкая свинцовая фольга.

3. при выполнении ортопантомограмм защиту создают со стороны спины, где происходит большая часть перемещений рентгеновской трубки.

4. для уменьшения площади облучения верхушка тубуса аппарата должна почти касаться кожи пациента.

5. экстраоральные снимки должны производиться на кассетах с усиливающими экранами.

6. рентгеновское исследование следует производить только по строгим медицинским показаниям, ограничивать количество снимков каждому больному до необходимого минимума, особенно в группе риска(дети до 14 лет, беременные и кормящие женщины).

7. фиксация пленки во рту при выполнении внутриротовых рентгенограмм и кассет при панорамной рентгенографии осуществляет только сам обследуемый. Использовать для этой цели персонал рентгеновского кабинета категорически запрещается.

Для лиц, непосредственно работающих в рентгеновских кабинетах, допустимая эффективная доза ежегодно составляет 20 мЗв за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год.

Современные рентгеновские аппараты для стоматологических исследований представляют собой сложные технические устройства, включающие элементы телеавто- матики, электроники, компьютерной техники. С недавнего времени в функционал специализированного рентгеновского оборудования для стоматологии и челюстнолицевой хирургии вошла и конуснолучевая компьютерная томография.

К размещению и эксплуатации панорамных рентгеновских аппаратов и конуснолучевых компьютерных томографов предъявляются жесткие требования, так как они являются более мощными источниками излучения, чем дентальные трубки, и объектами повышенной опасности. В соответствии с нормами СанПиН 2.6.1.1192–03 такое оборудование уже нельзя устанавливать просто в стоматологическом кабинете, а также в жилом доме, как радиовизиографы.

Требования к квалификации медицинского персонала при работе с компьютерным томографом. В СанПин, также указано, что «к работе на рентгеновском аппарате допускаются лица старше 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, после обучения, инструктажа, проверки знаний правил безопасности ведения работ, действующих в учреждении инструкций, и отнесенные приказом администрации учреждения к категории персонала группы А. В данном случае под рентгеновским аппа-

ратом подразумеваются дентальная трубка и визиограф, на которых может работать любой медицинский персонал при соблюдении вышеуказанных требований. Однако для работы на панорамном аппарате и томографе необходим сертифицированный рентгенолаборант, а для интерпретации полученных исследований – врач-рентгенолог. В отношении персонала излишне говорить о том, что его квалификация имеет немаловажное значение для соблюдения норм радиационной безопасности и снижения лучевых нагрузок на пациентов, обеспечения качества рентгеновских снимков, недопущения брака и необоснованных исследований.

Таким образом, один рентгеновский аппарат стал многофункциональным комплексом, позволяющим получить все необходимые двух- и трехмерные изображения для первичной диагностики состояния челюстно-лицевой области, а также отслеживания динамики заболевания, планирования и контроля качества лечения. Несомненно, ввиду того, что аппаратура сложна в техническом плане, создана с использованием инновационных технологических решений, стоимость ее чрезвычайно высока. В связи с этим, а также с тем, что рентгеновский аппарат является источником ионизирующего излучения, важно качественное сервисное обслуживание с целью обеспечения работоспособности оборудования с точным выполнением заданных характеристик[5]. Необходимы периодический контроль, проверка и настройка аппаратуры силами медицинского персонала и инженерно-технических работников.

Заключение. Несомненно, современная цифровая рентгеновская аппаратура позволяет оптимизировать лечебно-диагностический процесс, сократить сроки обследования стоматологических пациентов, снизить индивидуальную дозу лучевой нагрузки. Однако приобретение, размещение и эксплуатация такого оборудования сопряжены со значительными финансовыми, техническими, временными и человеческими затратами. В этой связи специализированные диагностические центры, работающие в области челюстно-лицевой радиологии, могут стать как хорошей альтернативой для любого врача-стоматолога, так и значительно расширить ассортимент предлагаемых услуг и вариантов, [6] что в конечном счете повысит качество стоматологической помощи, авторитет стоматолога и учреждения в целом. В результате того, что до сих пор вопросам лучевой диагностики в стоматологии уделяется недостаточно внимания как в системе среднего, так и высшего медицинского образования.

Список литературы

1. Рабухина Н.А., Аржанцев А.П. Рентгендиагностика в стоматологии. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 434 с.

2. Серова Н.С. Методы лучевой диагностики для решения задач стоматологической имплантологии // Инновационные подходы в лучевой диагностике: Материалы научно-практической конференции. – Ереван, 2008. – С. 81–82.

3. Васильев А.Ю., Воробьев Ю.И., Серова Н.С., Ольхова Е.Б., Трутень В.П. и др. Лучевая диагностика в стоматологии: Учебное пособие. – М.: ГЭОТАР-Медиа», 2008. – 171 с.

4. Аржанцев А.П. Современные аспекты рентгенологии в стоматологии // Медицинский алфавит. Стоматология. – 2010. – №4. – С. 2–6.

5. Горюнова В.В., Володин К.И. Автоматизированное проектирование процессов технического обслуживания и диагностики // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – Т. 98; № 9. – С. 64–70.

6. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Кухтевич И.И. Основные тенденции в развитии медицинских информационных систем // Фундаментальные исследования. – 2015. – №5; Т.1. – С. 58–62.

УДК 621.01:004:616-71

АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МРТ-ОБОРУДОВАНИЯ

Горюнова В.В., Кухтевич И.И., Тряшкина Е.Н.

ФГОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза, e-mail: gvv17@ya.ru

В статье отмечается, что при проектировании МРТ-оборудования все детали и узлы рассчитываются на прочность с учетом нагрузок, которые могут встретиться в процессе эксплуатации. Часто эти нагрузки носят случайный характер и могут быть описаны некоторым законом распределения. Уточняется, что в настоящее время разрабатываются методы прочностных расчетов с учетом закона распределения внешних нагрузок и прочностных свойств материалов. Однако заранее учесть все возможные нагрузки не всегда удается. Поэтому, встречаются отказы по причине конструктивных недоработок. Грубые ошибки при проектировании выявляются и устраняются в период приемки и испытаний изделий на заводе. Мелкие конструктивные недоработки выявляются только в процессе эксплуатации изделий в ЛПУ. В процессе эксплуатации могут встретиться «пиковые нагрузки».

Ключевые слова: эксплуатация, техническое состояние, МРТ-оборудование

ANALYSIS AND CHARACTERISTICS OF THE TECHNICAL CONDITION OF MRI EQUIPMENT

Goryunova V.V., Kukhtevich I.I., Tryashkin Y.N.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru

The article notes that in the design of MRI equipment, all parts and components are calculated for strength, taking into account the loads that may occur during operation. Often these loads are of a random nature and can be described by some distribution law. It is specified that at present methods for strength calculations are being developed, taking into account the law of distribution of external loads and strength properties of materials. However, it is not always possible to take into account all possible loads in advance. Therefore, there are refusals due to design flaws. The gross errors in the design are identified and eliminated during the acceptance and testing of products in the factory. Minor design flaws are revealed only during the operation of products in the LPU. During operation, «peak loads» can occur.

Keywords: operation, technical condition, MRI equipment

В зависимости от величин (численных значений) основного (X) и неосновного (Z) параметров, изделия могут находиться в различных технических состояниях [1]. В процессе длительного периода эксплуатации t, который может измеряться наработкой или календарным временем работы, временем хранения, расстоянием транспортирования по разным дорогам, изделия могут находиться в следующих трех технических состояниях:

1. Изделие исправно и работоспособно, если

$$Z_i(t) < Z_{\text{пр}} \text{ и } X_i(t) < X_{\text{пр}}. \quad (1)$$

2. Изделие неисправно, но работоспособно, если

$$Z_i(t) \geq Z_{\text{пр}} \text{ и } X_i(t) < X_{\text{пр}}. \quad (2)$$

3. Изделие неработоспособно (находится в состоянии отказа), если

$$Z_i(t) >< Z_{\text{пр и}}\, X_i(t) \geq X_{\text{пр}}. \quad (3)$$

Здесь $Z_i(t)$ – текущее значение неосновного параметра до момента времени эксплуатации t; $X_i(t)$ – текущее значение основного параметра до момента времени t; $Z_{\text{пр и}}\, X_{\text{пр}}$ – предельные значения неосновных и основных параметров.

Событие, при котором изделие переходит из исправного состояния в неисправное, называется повреждением ($t_{\text{п}}$). Событие, при котором изделие утрачивает свою работоспособность, называется отказом ($t_{\text{отк}}$). Отказы также могут быть постепенные и внезапные.

Предельным называется такое состояние, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна.

Предельное состояние определяется критериями предельного состояния, т.е. признаками или совокупностью признаков, устанавливаемых в технической документации. В качестве критериев предельного состояния изделий используются предельные параметры изделий – $X_{\text{пр}}$. Перечень (совокупность) этих параметров (критериев) приводится в Инструкции по эксплуатации конкретных образцов МРТ-оборудования, в виде «Перечня обязательных проверок технического состояния изделия». Кроме предельных параметров $X_{\text{пр}}$ применяются

иногда и другие критерии предельного состояния изделий.

Анализ и характеристика отказов и неисправностей МРТ-оборудования

Отказы и неисправности в образцах МРТ-оборудования могут возникать как при нормальных условиях эксплуатации, так и в период экстренных ситуаций. По степени сложности повреждений и по возможности их устранения в различных ремонтных органах различают четыре группы повреждений: слабые, средние, сильные и безвозвратные.

Различные виды отказов могут возникать в изделиях по разным причинам [2]. Причины отказов могут быть разбиты на следующие основные группы:

• ошибки при проектировании (конструктивные недоработки);

• производственные дефекты;

• нарушение правил и режимов эксплуатации;

• износ и старение материалов;

• сильные механические повреждения.

При проектировании изделий все детали и узлы рассчитываются на прочность с учетом нагрузок, которые могут встретиться в процессе эксплуатации. Часто эти нагрузки носят случайный характер и могут быть описаны некоторым законом распределения. Прочностные свойства материалов (предел прочности, предел текучести и т.п.) имеют некоторое рассеивание и могут быть описаны также некоторым законом распределения. В настоящее время разрабатываются методы прочностных расчетов с учетом закона распределения внешних нагрузок и прочностных свойств материалов. Однако заранее учесть все возможные нагрузки не всегда удается [3]. Поэтому, встречаются отказы по причине конструктивных недоработок. Грубые ошибки при проектировании выявляются и устраняются в период приемки и испытаний изделий на заводе. Мелкие конструктивные недоработки выявляются только в процессе эксплуатации изделий в ЛПУ.

В процессе эксплуатации могут встретиться и так называемые «пиковые нагрузки» (вызывающие внезапные отказы), предусмотреть которые в процессе проектирования невозможно. Характерными примерами отказа по причине «пиковой» нагрузки являются: прокол шины автомобиля, разрыв трубопровода гидросистемы при превышении давления масла, перегорание предохранителей в электрической цепи при коротком замыкании ее и т.д.

Нарушение установленной технологии изготовления деталей, слабый контроль качества и надежности выпускаемой продукции приводят к тому, что на сборку попадают отдельные дефектные детали, которые отказывают в процессе эксплуатации. Грубые производственные дефекты быстро выявляются в процессе заводских испытаний, а мелкие дефекты выявляются только в процессе эксплуатации изделий в ЛПУ.

Для каждой системы устанавливаются ограничения на условия ее эксплуатации, разрабатываются инструкции по эксплуатации. Нарушение правил эксплуатации приводит к преждевременным отказам. В настоящее время пультовая аппаратура, рабочие места операторов, органы управления сложными системами проектируются с учетом основных требований эргономики (инженерной психологии) [4].

При этом учитываются психофизиологические возможности человека и правильно распределяются функции между человеком и машиной. Если все требования эргономики выполнены, то нарушение правил эксплуатации может быть следствием только слабой выучки и нетребовательности обслуживающего персонала. Невыполнение требований эргономики при проектировании изделий приводит к значительному усложнению правил эксплуатации, которые среднетренированный человек просто не в состоянии выполнить. В этом случае причиной отказов следует считать не нарушение правил эксплуатации, а конструктивные недоработки самого изделия.

В процессе эксплуатации в металлах, сплавах, пластмассах и других материалах накапливаются необратимые изменения, которые нарушают прочность, координацию и взаимодействие деталей и являются причиной отказов. Износ деталей происходит, в основном, во время работы изделия, а старение – при хранении.

Определение периодов эксплуатации МРТ-оборудования

При оценке надежности изделий и установлении причин возникновения отказов в них важное значение имеют закономерности распределения отказов по периодам эксплуатации.

Известно, что продолжительность эксплуатации (t) многих изделий можно условно разбить на три характерных периода. Первый период эксплуатации называется периодом приработки. Он продолжается от начала изготовления и до приема изделия

ОТК. Для этого периода характерны внезапные отказы, возникающие в результате ошибок, допущенных при проектировании и изготовлении изделий. Эти отказы сравнительно быстро выявляются и устраняются при контроле изготовленных изделий на заводе в результате проведения заводских испытаний.

Относительное число отказов (интенсивность отказов – λ_I) в этот период неравномерное, вначале их больше, но по мере обнаружения и устранения отказов количество их постепенно снижается. Для первого периода большое значение имеет обоснование выбора продолжительности приработки изделия. Период приработки, выполняемый на заводе, должен выбираться так, чтобы изделия с приработочными отказами не поступали на эксплуатацию в ЛПУ.

В тех случаях, когда в ЛПУ все же попадают изделия с приработочными отказами (со скрытыми дефектами), они устраняются силами и средствами завода-изготовителя изделия по рекламациям, поступающим из ЛПУ. Периоды времени, в течение которых могут устраняться такие отказы, называются гарантийными сроками. Они устанавливаются заводом-изготовителем и указываются в формулярах изделий.

Второй период называется основным или периодом нормальной эксплуатации. Он продолжается от начала эксплуатации до выхода в капитальный (средний) или регламентированный ремонт. Для этого периода характерными являются также внезапные отказы, но природа и причины их возникновения другие. В отличие от первого периода, эти отказы возникают сравнительно редко (при правильном обращении). Причинами возникновения этих отказов могут быть перегрузки, возникающие от «пиковых» (нерасчетных) нагрузок, и от неправильных действий обслуживающего персонала (несоблюдение правил эксплуатации). Примерами таких отказов могут быть излом пружин, торсионов и других деталей, разрыв шлангов, трубопроводов, обрыв жил кабелей, ШР, перегорание предохранителей и т.п.

Отказы второго периода могут произойти в любой момент эксплуатации изделия и совершенно не поддаются прогнозированию [5]. Устраняются эти отказы по мере их возникновения и обнаружения. Основной период по времени является самым продолжительным. Интенсивность отказов (λ_{II}) в течение этого периода является примерно постоянной величиной.

Третий период называется заключительным или периодом ускоренного износа и старения. Для этого периода характерными являются постепенные (деградационные или ресурсные) отказы, которые по мере их возникновения добавляются к внезапным отказам второго периода (эти отказы могут возникать и в третьем периоде). Поэтому интенсивность отказов (λ_{III}) в 3-м периоде возрастает.

Постепенные отказы в отличие от внезапных отказов 1-го и 2-го периодов начинают появляться постепенно, по мере достижения предельного значения параметров ($X_{пр}$) у различных изделий. Постепенные отказы можно прогнозировать. Для этого надо знать скорость изменения параметра, его начальное и предельное значение. Причинами постепенных отказов являются: износ деталей, старение материалов, коррозия (окисление) материалов, разрегулировка механизмов.

В заключение следует отметить, что время возникновения всех рассмотренных отказов (внезапных и постепенных) является случайной величиной. Поэтому, для определения закономерностей их возникновения необходимо использовать математический аппарат теории вероятностей и математической статистики.

Список литературы

1. Горюнова В.В., Володин К.И., Автоматизированное проектирование процессов технического обслуживания и диагностики // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – Т. 98; № 9. – С. 64–70.

2. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Кухтевич И.И. Основные тенденции в развитии медицинских информационных систем // Фундаментальные исследования. – 2015. – №5; Т.1. – С. 58–62.

3. Кухтевич И.И., Горюнова В.В., Горюнова Т И. Практика проектирования и использования телеконсультационных центров неврологического профиля // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–11. – С. 1767–1773.

4. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. – 132 с.

5. Бакстон Р.Б. Введение в функциональной анализ магнитно-резонансной томографии: Принципы и методы. – Cambridge, 2010. – 479 с.

УДК 616.831.71-71

МРТ КАК СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ИНСУЛЬТА

Горюнова В.В., Кирасирова Д.И., Кухтевич И.И.

Пензенский государственный технологический университет, Пенза, e-mail: gvv17@mail.ru

В статье рассмотрен метод магнитно-резонансной томографии (МРТ) как современный метод ранней диагностики инсульта. Отмечается, что предварительно изображения МРТ представляют собой необработанные данные, в виде комплексных значений, которые включают действительные (RE) и мнимые (IM) части сигналов, полученные от цифрового преобразователя сигнала. Кратко описан способ предварительной обработки МРТ-изображений. Подчёркивается, что МРТ в несколько раз превосходит компьютерную томографию по эффективности выявления мелких лакунарных инфарктов мозга. Такая диагностика МРТ позволяет сделать комплексный анализ с установкой объективного заключения. МРТ диагностика инсультов является уникальным методом исследования, по точности и информативности полученных результатов у которого нет аналогов. Помимо этого, сама процедура сканирования проходит для пациента безболезненно (неинвазивно).

Ключевые слова: МРТ, инсульт, диагностика, обработка изображений

MRI AS A MODERN METHOD OF EARLY DIAGNOSTICS OF THE INSUL

Goryunova V.V., Kirasirova D.I., Kukhtevich I.I.

Penza state technological university, Penza,e-mail: gvv17@mail.ru

The method of magnetic resonance imaging (MRI) as a method for early diagnosis of stroke is considered in the article. It is noted that pre-MRI images are raw data, in the form of complex data that includes the real (RE) and imaginary (IM) signal parts received from the digital signal converter. The method of preliminary processing of MRI images is briefly described. It is emphasized that MRI is several times greater than CT on the effectiveness of detecting small lacunar cerebral infarcts. Such a diagnosis of MRI allows you to make a comprehensive analysis with the installation of an objective conclusion. MRI diagnosis of strokes is a unique method of investigation, which is accurate and informative of the results obtained which has no analogues. In addition, the scanning procedure itself passes for the patient painlessly (non-invasively)

Keywords: MRI, stroke, diagnosis, image processing

Внедрение в клиническую практику компьютерной и магнитно- резонансной томографии улучшило раннюю диагностику инсульта и позволило визуализировать не только зоны структурного повреждения, но и уточнить особенности кровоснабжения и функционального состояния вещества мозга [1].

Методы визуализации МРТ. Магнитно-резонансная томография представляет собой методику визуализации мозговых тканей, которая стремительно развивается и, которая позволяет с достаточно высокой степенью точности находить структурные изменения тканей, возникающие при инсульте [2].

Инсульт – это состояние, при котором резко нарушается кровообращение участка мозга. Выделяют два основных вида инсульта (рис. 1):

• ишемический, когда причиной нарушения является закупорка или сужение артерии;

• геморрагический, при котором происходит разрыв сосуда.

Рис. 1. Основные виды инсульта

Самыми частыми причинами ишемического инсульта головного мозга являются атеросклероз и попадание тромба в артерии головного мозга. В России инсульты регистрируют более чем у 450 тысяч человек каждый год. При этом до 85% от общего числа зарегистрированных случаев приходится на ишемические инсульты.

Геморрагический инсульт наступает в результате кровоизлияния в мозг, при этом происходит разрыв сосудов. В результате кровоизлияния может образоваться внутричерепная гематома, которое оказывает давление на окружающие ткани. Она вызывает оттек мозга и гибель нейронов. Данное явление называют «мозговой катастрофой». Среди всех заболеваний, связанных с нарушением мозгового кровообращения, геморрагический инсульт составляет 15–20%. Как отмечают специалисты, именно это заболевание несет высокий риск летального исхода и ведет к инвалидности [3].

Обработка изображений диагностических МРТ комплексов**.** Предварительно изображения МРТ представляют собой необработанные данные. Необработанные данные (данные k-пространства), часто представляют собой 256x256 точек комплексных данных. На рис. 2 , в виде Mx и My, представлены действительные (RE) и мнимые (IM) части сигналов, полученные от цифрового преобразователя сигнала.

На рис. 3 представлена форма изображения необработанных данных. Данные обычно имеют 16-битную амплитуду разрешения и обработку 256x256 порядка данных. При этом сглаживают частотные компоненты спектра, свертывая их функцией Лоренца. Таким образом, сначала преобразование Фурье проводится в вертикальном направлении, а затем в горизонтальном.

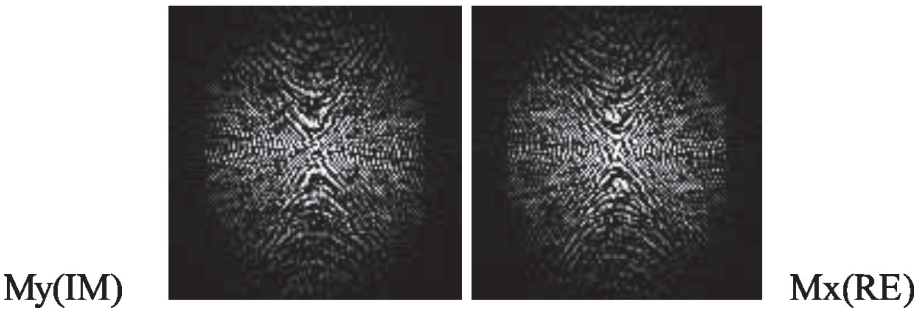


Рис. 2. Виды сигналов от цифрового преобразователя

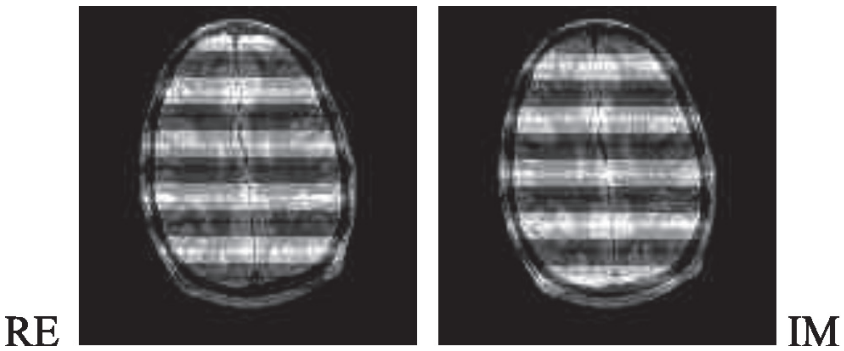


Рис. 3. Формы изображения

Принцип распознавания предварительных изображений МРТ. Вычисление значения срезает амплитуду информации до 15-битного разрешения, в нем никогда не присутствуют интенсивности негативных пикселей. Изображение значений приводится к матрице данных 512x512 интерполяцией пикселей или репликацией пикселей. Репликация пикселей дублирует четные пиксели меньшими нечетными пикселями. Интерполяция пикселей вставляет четные пиксели, как усредненные прилежащим к ним нечетным пикселям.

МРТ в несколько раз превосходит КТ по эффективности выявления мелких лакунарных инфарктов. Кроме того, при МРТ отсутствуют артефакты изображения в пограничных областях (между мозговой тканью и костями черепа) [3]. Однако процедура МРТ занимает больше времени, чем компьютерная томография при возникновении острой мозговой недостаточности кровообращения предпочтительнее, в первую очередь, проведение КТ [4].

На рис. 4 представлен обобщенный алгоритм процедуры проведения МРТ – исследований.

С 1-го по 3-й шаги идет подготовка пациента к проведению МРТ. С 4-го по 5-й шаг идет послойное сканирование пациента. На 6-м происходит получение снимков в 2D или 3D. На 7-м окончание сканирования. На 8-м происходит анализ результатов на основе полученных снимков. С 9-го по 10-й врачом выдается результаты пациенту.

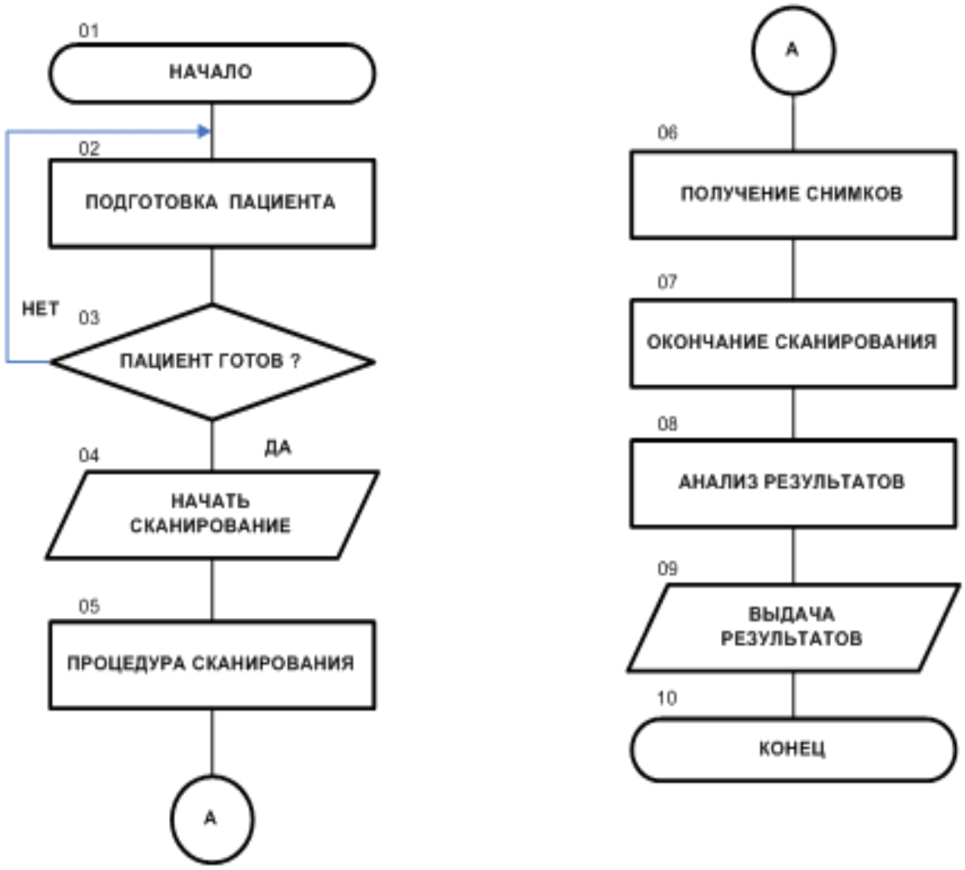


Рис. 4. Алгоритм проведения МРТ-исследований

При прохождении МРТ вам проведут небольшой инструктаж, потом предложат переодеться в специальный халат, не содержащий металлических элементов. Но вы можете проходить МРТ и в своей одежде, предварительно проверив ее на наличие металла. После этого вы ложитесь на специальную выдвижную кушетку. Эта кушетка задвигается, перемещая вас в большую «трубу», томограф. В этот момент и начинается сама томография. Во время процедуры постарайтесь лежать неподвижно. Ваши движения могут отрицательно повлиять на качество снимков. Во время томографии аппарат будет издавать различные громкие звуки. Иногда выдают специальные беруши. Обычно томография длится от 15 до 30 минут. Диагностика всегда проводится под контролем врача и рентгенолаборанта. В МРТ предусмотрена специальная система для связи с медицинским персоналом. После того как процедура исследования закончится вас проводят в специальный зал ожидания. Пока вы будете ждать, врачи проанализируют полученные изображения, напишут протокол исследования и заключение. В сложных случаях к обсуждению результатов привлекают других врачей, в том числе и заведующего отделением. Этот процесс займет от 30 до 90 минут. Возможна дистанционная передача результатов МРТ-исследований по телекоммуникационным каналам связи или их размещение в архиве медицинских изображений лечебного учреждения [5–7].

Заключение

Врач-диагност на основе полученных данных проводит визуальную оценку состояния головного мозга. Такая диагностика инсультов МРТ позволяет сделать комплексный анализ с установкой объективного заключения. МРТ диагностика инсультов является уникальным методом исследования, по точности и информативности полученных результатов у которого нет аналогов. Помимо этого, сама процедура сканирования проходит для пациента безболезненно (неинвазивно).

Магнитно-резонансная томография (МРТ) при инсульте позволяет получить более контрастные изображения, с более четкой различимостью белого и серого вещества, лучшей визуализацией базальных, стволовых и корковых структур, гиппокампа и височной доли и по сравнению с компьютерной томографией, считается более чувствительным методом диагностики инфаркта мозга на ранней стадии.

Список литературы

1. Диагностический центр им. Вытнова Д.И. [Электронный ресурс] // Физические основы МРТ. – Режим доступа: http://www.mrt-serpuhov.ru/yamr/ (Дата обращения 20.01.2017).

2. Константинидес С. Магнитно-резонансная томография: Основы Boca Raton: CRC Press, 2014. – 235 p.

3. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 132 с.

4. Бакстон Р.Б. Введение в функциональной магнитно-резонансной томографии: Принципы и методы. – Cambridge, 2010. – 479 с.

5. Кухтевич И.И., Горюнова В.В., Горюнова Т И. Практика проектирования и использования телеконсультационных центров неврологического профиля // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–11. – С. 1767–1773.

6. Власов Е.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // Фундаментальные исследования. – 2013. —№11–9. – С. 1789–1793.

7. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Кухтевич И.И. Основные тенденции в развитии медицинских информационных систем // Фундаментальные исследования. – 2015. – №5; Т.1. – С. 58–62.

УДК 658:61

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА МЕДИЦИНСКОГО СТАЦИОНАРА

Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Шубин И.И.

Пензенский государственный технологический университет, Пенза, e-mail: gvv17@ya.ru

В статье рассмотрен состав подразделений медицинского учреждения стационарного типа, выполняющих определенную функцию управления. Отмечено, что различают техническую, экономическую, производственную, хозяйственных внешних связей и социальную подсистему управления. А функция управления деятельностью учреждения реализуется подразделениями и отдельными работниками, которые при этом вступают в экономические, организационные, социальные, психологические отношения друг с другом. Многообразие функциональных связей и возможных способов их распределения между подразделениями и работниками определяет разнообразие возможных видов организационных структур управления. Подчёркнуто, что в структуре медицинского стационара можно выделить такие подразделения как: общебольничное; вспомогательное; бухгалтерия; архивно-хозяйственное (АХО) и пр.. Врачи подразделяются на врачей широкого профиля (хирург, терапевт, акушер-гинеколог, педиатр) и врачей узких специальностей (стоматолог, отоларинголог, офтальмолог, нарколог, инфекционист, дерматовенеролог, невропатолог, рентгенолог, психиатр, анестезиолог и др.).

Ключевые слова: медицинская организация, подразделения, врачи, профиль

THE MAIN TASKS OF THE ACTIVITY AND THE ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF A STATIONARY HOSPITAL

Goryunova V.V., Goryunova T.I., Shubin I.I.

Penza state technological university, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru

In the article the composition of the units of a medical institution of a stationary type that performs a certain management function is considered. It is noted that the technical, economic, production, economic external relations and the social subsystem of management are distinguished. And the function of managing the activities of the institution is realized by units and individual employees, who at the same time enter into economic, organizational, social, psychological relations with each other. The variety of functional links and possible ways of their distribution between departments and employees determines the variety of possible types of organizational management structures. It is emphasized that in the structure of a medical hospital it is possible to single out such divisions as: general hospital; polyclinic; hospital; auxiliary; accounting; archival and economic (AXO). Doctors are divided into generalists (surgeon, therapist, obstetrician-gynecologist, pediatrician) and doctors of narrow specialties (dentist, otolaryngologist, ophthalmologist, narcologist, infectious disease specialist, dermatovenereologist, neuropathologist, roentgenologist, psychiatrist, anesthesiologist).

Keywords: medical organization, units, doctors, profile

Основными социально-экономическими задачами деятельности медицинского учреждения стационарного типа являются:

• первичная медико-санитарная помощь, в том числе первичная доврачебная, первичная врачебная и первичная специализированная;

• специализированная, в том числе высокотехнологичная, медицинская помощь;

• оказание первичной медико-санитарной помощи в неотложной форме;

• прием врачей-специалистов при оказании первичной специализированной медико-санитарной помощи;

• проведение диагностических инструментальных и лабораторных исследований при оказании первичной медико-санитарной помощи;

• проведение компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии и ангиографии при оказании первичной медико-санитарной помощи;

• оказание специализированной медицинской помощи в стационарных условиях;

• осмотр на дому при наличии показаний врачами – специалистами.

Организационная структура медицинского стационара

Медицинский стационар, как правило, имеет линейно-функциональную структуру персонала [1]. Во главе всего персонала и больницы в целом стоит главный врач. У него в подчинении находятся заместители главврача по медицинской и организационной части, заведующие различными отделениями, у заведующих отделениями в подчинении находятся врачи, медицинские сёстры и санитарки данного отделения. Таким образом, организационная структура персонала больницы основана на соблюдении единоначалия, линейного построения отделений и распределения функций управления между ними [2].

В состав руководства так же входят: заместитель главного врача по лечебной части (нач.мед), по организационно-методической работе, заместитель главврача по хирургии, заместитель главврача по экономике, заместитель главврача по кадрам, главный бухгалтер, заместитель главного врача по техническому обслуживанию (см. рисунок).

Врачи подразделяются на врачей широкого профиля (хирург, терапевт, акушер-гинеколог, педиатр) и врачей узких специальностей (стоматолог, отоларинголог, офтальмолог, нарколог, инфекционист, дерматовенеролог, невропатолог, рентгенолог, психиатр, анестезиолог и пр.).

Организационная структура управления медицинским стационаром

В подчинении специалистов находятся средний и младший медицинский персонал, выполняющий соответствующую их функциональным обязанностям работу.

В настоящее время в стационарах широкое распространение получают технологии проведения телемедицинских консультаций врачами различного профиля [3].

Решая основные социально-экономические задачи и выполняя обязанности по управлению медицинским учреждением стационарного типа, главный врач обеспечивает руководство учреждением в соответствии с действующим законодательством:

– представляет интересы больницы в государственных, судебных и арбитражных органах;

– организует работу коллектива;

– отвечает за организацию производственной, административно-хозяйственной и финансовой деятельности;

– осуществляет анализ деятельности учреждения на основе оценки показателей его работы и принимает необходимые по улучшению форм и методов работы;

– контролирует выполнение требований, установленных правилами и нормами внутреннего распорядка, выполнение технической безопасности и охраны труда, технической эксплуатации приборов и оборудования;

– утверждает штатное расписание;

– издает приказы, дает указания, обязательные для работников.

Подразделения и работники медицинского стационара

Все подразделения и работники медицинского стационара выполняют комплексную организационую функцию управления.

При этом различают техническую, экономическую, производственную, хозяйственных внешних связей и социальную подсистему управления.

Таким образом, функция управления деятельностью учреждения реализуется подразделениями и отдельными работниками, которые при этом вступают в экономические, организационные, социальные, психологические отношения друг с другом. Многообразие функциональных связей и возможных способов их распределения между подразделениями и работниками определяет разнообразие возможных видов организационных структур управления [4].

В структуре медицинского стационара можно выделить такие подразделения как:

общебольничное; поликлиника; стационар; вспомогательное; бухгалтерия; архивно-хозяйственное (АХО).

Линейно-функциональная структура управления является наиболее адекватной в такой отрасли, как здравоохранение. Благодаря ней, работа поставлена четко и качественно.

Социально-экономические функции основных руководителей:

Главный врач (менеджер, директор):

– организует всю работу учреждения;

– несет полную ответственность за его состояние и состояние трудового коллектива;

– представляет учреждение во всех учреждениях и организациях;

– издает приказы по учреждению в соответствии с трудовым законодательством, принимает и увольняет работников;

– принимает меры поощрения и налагает взыскания на работников учреждения;

– открывает в банках счета учреждения.

Заместители главного врача:

– оперативно подчиняются главному врачу;

– осуществляют руководство эксплуатационной деятельностью;

– организует обучение медперсонала с целью повышения их квалификации.

Главный бухгалтер:

– осуществляет учет средств учреждения и хозяйственных операций с материальными и денежными ресурсами;

– устанавливает результаты хозяйственной финансовой деятельности учреждения;

– разрабатывает штатное расписание;

– составляет годовые, квартальные и месячные планы по труду и заработной плате и осуществляет контроль за их выполнением;

– разрабатывает мероприятия по их производительности труда, внедрению прогрессивных систем заработной платы.

Экономист:

– возглавляет подготовку проектов перспективных и годовых планов;

– обеспечивает доведение утвержденных планов до структурных подразделений;

– обеспечивает проведение экономического анализа всех видов деятельности учреждения и своевременную разработку мероприятия по эффективному использованию материальных, трудовых и финансовых ресурсов, ускорению роста производительности труда, снижению себестоимости продукции, повышению рентабельности производства, увеличению финансовой отдачи и прибыли, устранению потерь и нерациональных расходов.

Руководитель отдела статистики и страховой медицины:

– организует работу отдела;

– участвует в лицензировании больницы;

– анализирует работу всех отделений больницы, составляет аналитические справки;

– ведение взаиморасчетов с Территориальным фондом ОМС и страховыми компаниями;

– организация ведения статистического учета и отчетности.

Заключение

Благодаря многообразию функциональных связей и возможных способов их распределения между подразделениями и работниками в учреждении централизованы также важнейшие функции, как материально-техническое снабжение, медикаментозное обеспечение, транспортное обеспечение, капитальный ремонт, электро-, водо-, теплоснабжение, питание.

Список литературы

1. Власов Е.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // Фундаментальные исследования. – 2013. – №11–9. – С. 1789–1793.

2. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Кухтевич И.И. Основные тенденции в развитии медицинских информационных систем. // Фундаментальные исследования. – 2015. – №5; Т.1. – С. 58–62.

3. Кухтевич И.И., Горюнова В.В., Горюнова Т.И. Практика проектирования и использования телеконсультационных центров неврологического профиля // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–11. – С. 1767–1773.

4. Храмцовская Н.А. Проблемы управления документами в здравоохранении в условиях развития информационно-коммуникационных технологий // Врач и информационные технологии. – 2013. – №3. – С 47–51.

УДК 651:61

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ ДОКУМЕНТООБОРОТА В МЕДИЦИНСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Шубин И.И.

ФГОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза, e-mail: gvv17@ya.ru

В статье проводится анализ состава работ с документами в медицинском учреждении. Отмечается, что организация документооборота в учреждении предполагает обработку, хранение документов и их использование в текущей деятельности учреждения. Подчёркивается, что основной характеристикой для анализа документооборота является его объем. Под объемом документооборота понимается количество документов, поступивших в организацию и созданных ею в течение определенного периода времени, как правило, года. Объем документооборота – важный показатель, используемый в качестве критерия при решении вопросов выбора организационной формы делопроизводства, организации информационно-поисковой системы по документам учреждения, структуры службы делопроизводства, ее штатного состава и других вопросов. Отмечается, что преимуществом использования систем электронного документооборота является переход от локальной работы с медицинской информацией к интегрированной системе, где все данные, проходящие через учреждение, доступны из единой информационной среды.

Ключевые слова: социально-экономические требования, анализ, учреждения здравоохранения

SOCIO-ECONOMIC REQUIREMENTS FOR THE WORKFLOW SYSTEM IN A MEDICAL INSTITUTION

Goryunova V.V., Goryunova T.I., Shubin I.I.

Penza state technological university, Penza, e-mail:gvv17@ya.ru

The article analyzes the composition of work with documents in a medical institution. It is noted that the organization of document circulation in the institution involves the processing, storage of documents and their use in the current activities of the institution. It is emphasized that the main characteristic for the analysis of document circulation is its volume. The volume of document circulation is understood as the number of documents received by the organization and created by it within a certain period of time, as a rule, a year. The volume of document circulation is an important indicator used as a criterion for solving the issues of choosing the organizational form of office work, organizing an information retrieval system based on the institution's documents, the structure of the office work, its staffing and other issues. It is noted that the advantage of using electronic document management systems is the transition from local work with medical information to an integrated system where all data passing through the institution is accessible from a single information environment.

Keywords: socio-economic requirements, analysis, health care institutions

В настоящее время внедрение информационных технологий в практику работы лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ) признано одним из самых эффективных средств повышения доступности и качества медицинской помощи [1]. Такой результат достигается путем внедрения электронного медицинского документооборота повышении информативности, сохранности и доступности медицинской информации, повсеместного учета и контроля всех процессов, происходящих в ЛПУ, существенном снижении трудозатрат персонала ЛПУ по оформлению учетной документации и формированию необходимой статистической отчетности (оперативной и государственной). Важную роль играют такие возможности, как планирование рабочего времени, финансово-экономический учет и персонифицированный учет лекарственных средств, и прочие функции [2]. При этом в настоящее время все большее внимание уделяется клинически-ориентированным информационным системам, способным не просто реализовать административно-хозяйственный учет по предъявляемым социально-экономическим требованиям, но и предоставить ЛПУ возможность использования электронной истории болезни и функции повышения эффективности управления ЛПУ [3].

Многие российские лечебно-профилактические учреждения (ЛПУ) в своей деятельности активно прибегают к услугам комплексных медицинских информационных систем (МИС). Использование подобных систем, которые представляют собой целостный (универсальный) программный продукт, позволяет перейти на качественно новый уровень руководства деятельностью медучреждения и оказания медицинских услуг населению [4].

Т.е., медицинская информационная система (МИС) представляет совокупность социально-экономических требований и программно-технических средств, баз данных

и знаний, предназначенных для автоматизации различных процессов, протекающих в медицинском учреждении, включая проведение телемедицинских консультаций [5].

Исходя из этого определения и учёта социально-экономических требований, целями создания МИС являются:

1. Создание единого информационного пространства;
2. Мониторинг и управление качества медицинской помощи;
3. Повышения прозрачности деятельности медицинских учреждений и эффективности принимаемых управленческих решений;
4. Анализ экономических аспектов оказания медицинской помощи;
5. Сокращение сроков обследования и лечения пациентов;
6. Внедрение МИС имеет положительный эффект для всех участников системы здравоохранения.

Ниже в таблице представлены критерии работы приёмного отделения.

Социально-экономические требования к функциональным характеристикам:

• Интеграция всех информационных потоков в единую базу данных и обеспечение надежной защиты от несанкционированного доступа к данным.

• Обеспечение персонифицированного учета сведений о пациентах (идентификационные данные, цели направления в лечебное учреждение, медицинские показания, назначенные, оказанные и оплаченные медицинские услуги, источники оплаты, документальные основания для получения медицинской помощи за счет средств федерального бюджета или ОМС).

• Автоматизация кассовых операций при оказании услуг за наличные средства физических лиц.

•Автоматизация всех процессов обработки агрегированной информации, включая информационно-программное обеспечение экономических расчетов с заказчиками (по-

Функции и критерии работы приемного отделения

Индекс функции	Название функции	Критерий	Значение критерия	В результате разработки
1	Регистрация	Время выполнения функции в целом	10 мин	9 мин
2	Заполнение статистической карты	Время выполнения функции в целом	5 мин	2мин
3	Распределение в палаты	Время выполнения функции в целом	10 мин	5 мин
4	Запрос консультанта на осмотр	Время выполнения функции в целом	10 мин	3 мин
5	Осмотр специалистом-консультантом	Время выполнения функции в целом	20 мин	20 мин
6	Назначение обследования	Время выполнения функции в целом	10 мин	10 мин
7	Заполнение истории болезни	Время выполнения функции в целом	15 мин	5 мин
		Степень автоматизации	нет	МИС
8	Обоснование в госпитализации	Время выполнения функции в целом	3 мин	20 сек
9	Выписка	Время выполнения функции в целом	10 мин	1 мин
10	Формирование ежедневных сводок	Время выполнения функции в целом	15 мин	1 мин
		Степень автоматизации	нет	МИС

купателями) медицинской помощи независимо от вида оплаты и источника финансовых средств.

• Формирование счетов на пациента, исполнителя, отделение и учреждение в целом.

• Авторизация и разграничение прав доступа к программному комплексу.

• Контроль исполнения выписанных направлений.

• Обеспечение многопользовательского режима работы.

• Построение отчетной финансовой документации на основе классификатора услуг и тарифов, утвержденных Минздравом России.

Социально-экономические требования к организации данных:

Сформировать и обеспечить ведение следующих справочников НСИ:

– международный классификатор болезней;

– классификатор медицинских услуг;

– справочник тарифов на медицинские услуги, утвержденных Минздравом России;

– справочники тарифов на медицинские услуги, утвержденные фондами ОМС;

– справочник тарифов на платные медицинские услуги, утвержденный органом управления здравоохранением;

– реестр пациентов, обратившихся за медицинской помощью;

Производить регистрацию и учет пациентов по следующим реквизитам.

Для застрахованных пациентов, обратившихся за медицинской помощью по программе ОМС:

– номер полиса ОМС;

– фамилия, имя, отчество, дата рождения и адрес регистрации;

– дата поступления и выписки.

Для обратившихся по другим источникам финансирования:

– фамилия, имя, отчество;

– паспортные данные;

– регион проживания, место работы;

– реквизиты направившего медицинского учреждения;

– дата поступления и выписки.

Производить регистрацию оказываемых пациентам медицинских услуг по следующим показателям:

– информация об оказанной услуге;

– информация о диагнозе;

– сведения об исполнителе услуги и отделении;

– сведения о специалисте, направившем на выполнение услуги.

Заключение. Решение задач социально-экономического анализа и внедрение компьютерных технологий в делопроизводство позволяет децентрализовать регистрацию документов, создавая в то же время централизованную информационно-поисковую систему (базу данных) о документах организации.

Список литературы

1. Власов Е.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // Фундаментальные исследования. – 2013. —№11–9. – С.1789–1793.

2. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Кухтевич И.И. Основные тенденции в развитии медицинских информационных систем // Фундаментальные исследования. – 2015. – №5; Т.1. – С. 58–62.

3. Храмцовская Н.А. Проблемы управления документами в здравоохранении в условиях развития информационно-коммуникационных технологий // Врач и информационные технологии. – 2013. – №3. —С 47–51.

4. Столбов А.П. Организация электронного документооборота в здравоохранении // Врач и информационные технологии. – 2007. – №5. – С 33–38.

5. Кухтевич И.И., Горюнова В.В., Горюнова Т.И. Практика проектирования и использования телеконсультационных центров неврологического профиля // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–11. – С. 2385–2369.

УДК 621.01:004:616-71

АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ МРТ-ДИАГНОСТИКИ

Кухтевич И.И., Горюнова В.В., Горюнова Т.И.

ФГОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза, e-mail: gvv17@ya.ru

В статье представлены виды эксплуатации сложного МРТ-оборудования. Рассмотрены элементы системы эксплуатации и группы сложности МРТ-оборудования. Подчёркивается, что при проектировании новых образцов МРТ-оборудования одновременно разрабатывается и система эксплуатации. При медицинско-экономическом анализе разрабатываемого образца МРТ-оборудования и его системы эксплуатации используется критерий «Стоимость – эффективность». Каждый элемент системы эксплуатации (объект, исполнители, средства, документация) связан с тремя остальными и влияет на них. Подчёркивается, что каждый конкретный образец МРТ-оборудования требует определенной подготовки специалистов, своих средств эксплуатации и конкретной эксплуатационной документации. От того, насколько каждая составная часть согласуется с остальными, во многом зависит и общая эффективность эксплуатация МРТ-оборудования. В статье представлена краткая характеристика элементов системы эксплуатации.

Ключевые слова: медицинское оборудование, МРТ-диагностика, эксплуатация, ремонт

ANALYSIS AND CHARACTERISTICS OF THE OPERATION OF THE EQUIPMENT FOR MRI DIAGNOSTICS

Kukhtevich I.I., Goryunova V.V., Goryunova T.I.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru

The article presents the types of operation of complex MRI equipment. The elements of the operation system and complexity group of MRI equipment are considered. It is emphasized that when designing new models of MRI equipment, the operating system is also being developed. In the medical-economic analysis of the developed sample of MRI equipment and its operation system, the criterion «Cost-effectiveness» is used. Each element of the operating system (object, executors, tools, documentation) is associated with the three others and affects them. It is emphasized that each specific sample of MRI equipment requires specific training of specialists, its means of operation and specific operational documentation. From how much each component is consistent with the rest, the overall effectiveness of the operation of MRI equipment also largely depends. The article describes the characteristics of each element of the system of operation.

Keywords: medical equipment, MRI diagnostics, operation, repair

Эксплуатация как процесс рассматривается, тогда когда необходимо исследовать и оценить влияние различных факторов на техническое состояние МРТ-оборудования. В этом случае используются различные математические методы исследования случайных процессов. Привлекают теорию вероятностей и математическую статистику. Наиболее часто модель эксплуатации представляют в виде графа, выделяя в нем типовые состояния и возможные переходы из одного состояния в другое [1]. В некоторых случаях могут рассматриваться и частные модели, отдельно для рабочего режима и режима хранения.

Стадии жизненного цикла процесса эксплуатации оборудования МРТ-диагностики. В настоящее время понятие (термин) эксплуатация имеет несколько аспектов толкования, а именно: стадия жизненного цикла, система и процесс эксплуатации и пр. Рассмотрим сущность этих толкований.

«Жизнь» оборудования на стадии эксплуатации характеризуется системой эксплуатации, которая представляет собой совокупность медоборудования, средств эксплуатации, исполнителей и документации, устанавливающей правила их взаимодействия.

Эксплуатация как стадия жизненного цикла может быть следующих видов

1. Штатная (нормальная) – эксплуатация серийных изделий в естественных условиях в соответствии с действующей эксплуатационной документацией.

2. Опытная – эксплуатация в соответствии со специальной программой.

3. Подконтрольная – штатная эксплуатация с дополнительным контролем технического состояния.

4. Лидерная – штатная эксплуатация одного или нескольких изделий с интенсивным расходованием ресурса.

5. Реальная – эксплуатация в сложившихся в ЛПУ условиях.

Опытная и подконтрольная эксплуатация характерна для новых образцов МРТ-оборудования. В организации и контроле принимают участие представители заводов – изготовителей.

Штатная (нормальная) и реальная эксплуатация – это основные виды эксплуатации МРТ-оборудования в ЛПУ. Нормальная эксплуатация является идеальной. Практически в ЛПУ существует реальная эксплуатация [2]. Ее эффективность зависит от целого ряда объективных и субъективных причин. Реальная эксплуатация зависит от следующих основных причин:

• несоблюдение правил и норм эксплуатации вследствие неподготовленности штатного состава ЛПУ;

• несоблюдение периодичности и объема работ при проведении технического обслуживания и ремонта;

• отсутствие в части необходимых условий для организации нормальной эксплуатации;

• невыполнение требований эксплуатационной и ремонтной документации.

Каждый элемент системы эксплуатации (объект, исполнители, средства, документация) связан с тремя остальными и влияет на них [3]. Например, если рассматривать конкретный образец МРТ-оборудования, то он требует определенной подготовки специалистов [4], своих средств эксплуатации и конкретной эксплуатационной документации. От того, насколько каждая составная часть согласуется с остальными, во многом зависит и общая эффективность эксплуатация МРТ-оборудования $W_{общ}$.

Рассмотрим общую характеристику каждого элемента системы эксплуатации.

Все объекты оборудования МРТ-диагностики по своей сложности могут быть разделены на три группы:

Первая группа сложности: индивидуальное МРТ-оборудование. Это МРТ-оборудование, применение по назначению которого, а также уход и сбережение осуществляются одним человеком.

Вторая группа сложности: групповое МРТ-оборудование. Применение МРТ-оборудования этой группы по назначению, уход, сбережение осуществляют ремонтные бригады.

Третья группа сложности: коллективное МРТ-оборудование. Применение этого МРТ-оборудования по назначению, уход и сбережение МРТ-оборудования осуществляют отдельные ремонтные бригады.

К средствам эксплуатации относятся:

• сервисные центры (стационарные и подвижные) и их оборудование;

• запасные части;

• комплекты специального инструмента;

• эксплуатационные материалы;

• принадлежности, предназначенные для обеспечения использования МРТ-оборудования по назначению, хранения, транспортирования.

К документации относятся:

• эксплуатационная документация, поставляемая с образцами МРТ-оборудования (формуляры, паспорта, технические описания, инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию и другие документы);

• ремонтная документация;

• руководство по эксплуатации, различные инструкции, наставления, положения;

• учебные плакаты.

При проектировании нового МРТ-оборудования одновременно разрабатывается и система эксплуатации. При этом затрачиваются определенные средства (стоимость – C_i). При медицинско-экономическом анализе разрабатываемого МРТ-оборудования и его системы эксплуатации возможно использование критерия «Стоимость C_i – эффективность W_i» по различным видам современной томографии [5]. Возможны два варианта применения этого критерия:

1. При заданной (назначенной) стоимости $C_{iзад}$ добиваются максимальной эффективности $W_{i\,max}$.

2. При заданной (назначенной) эффективности $W_{iзад}$ добиваются минимальной стоимости C_{imin}.

Каждая подсистема эксплуатации имеет свои показатели оценки эффективности W_j.

Техническая эффективность W_J^T может оцениваться различными показателями, например, такими как:

• вероятность безотказной работы образца за время целевого применения $t_{бп} – P(t_{бп})$;

• коэффициент готовности $К_т$ за время ожидания целевого применения;

• коэффициент оперативной готовности $К_{ог}$ за время ожидания (подготовки) к целевому применению;

• коэффициент технического использования $К_{ти}$ за межремонтный цикл;

• коэффициент технической готовности $К_{тг}$ для автомобильной техники.

• Организация и обеспечение эксплуатации включают следующие мероприятия:

• планирование эксплуатации и ремонта МРТ-оборудования;

• ввод МРТ-оборудования;

• обучение штатного состава ЛПУ для эксплуатации конкретных образцов МРТ-оборудования;

• ведение эксплуатационной документации;

• рекламационную работу;
• проведение доработок;
• контроль и оценка состояния оборудования;
• хранение и транспортирование;
• техническое обслуживание и ремонт;
• расследование повреждений;
• обеспечение сохранности МРТ-оборудования и мер безопасности при обращении с ними;
• снятие МРТ-оборудования с эксплуатации и его описание.

Разрабатываемые модели различных режимов эксплуатации МРТ-оборудования позволяют составлять математические модели управления этими процессами, нахождения МРТ-оборудования в каждом состоянии и время перехода из одного состояния в другое. Эти данные берутся из нормативных источников.

Техническое обслуживание (ТО и ТО-Э).

Разновидности этого режима.

а) При использовании (ТО);

б) При длительной эксплуатациии (ТО-Э).

Задачей этого режима эксплуатации является поддержание технического состояния изделий на заданном уровне путем проведения различного вида профилактических работ.

Заключение. Задачей режима эксплуатации является восстановление технического состояния изделия и его ресурса до заданного уровня путем проведения различного вида восстановительных работ. Нарушение правил и норм эксплуатации МРТ-оборудования в любом режиме может привести к резкому или постепенному изменению его технического состояния и выходу его из строя.

Список литературы

1. Горюнова В.В., Володин К.И, Автоматизированное проектирование процессов технического обслуживания и диагностики // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – Т. 98; № 9. – С. 64–70.

2. Бакстон Р.Б. Введение в функциональной анализ магнитно-резонансной томографии: Принципы и методы. – Cambridge, 2010. – 479 с.

3. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Кухтевич И.И. Основные тенденции в развитии медицинских информационных систем // Фундаментальные исследования. – 2015. – №5; Т.1. – С. 58–62.

4. Кухтевич И.И., Горюнова В.В., Горюнова Т.И. Практика проектирования и использования телеконсультационных центров неврологического профиля // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–11. – С. 1767–1773.

5. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. – 132 с.

УДК 621.01:004:616-71

ПРАКТИКА ПРОВЕДЕНИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ МРТ-ИССЛЕДОВАНИЙ

Кухтевич И.И., Горюнова Т.И., Горюнова В.В.

ФГОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза, e-mail: gvv17@ya.ru

В статье подробно рассмотрены рекомендации по подготовке пациентов к проведению магнитно-резонансная томография (МРТ). Отмечается, что МРТ варьируются в зависимости от конкретного случая с помощью средства визуализации. МРТ использует мощное магнитное поле, радиочастотные импульсы и компьютер для получения подробных изображений органов, мягких тканей, кости и практически всех других внутренних структур тела. Подробные снимки позволяют врачам оценивать различные части тела и определять наличие определенных заболеваний. Затем изображения могут быть проверены на компьютерном мониторе, переданы в электронном виде, распечатаны или скопированы на компакт-диск или загружены на цифровой сервер , используя облачные тезнологии. Подчёркивается, что МРТ-исследования могут не применять инъекцию контрастного вещества в кровоток.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, рекомендации, безопасность

THE PRACTICE AND SAFETY OF MRI STUDIES

Kukhtevich I.I., Goryunova T.I., Goryunova V.V.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru

In the article the recommendations on the preparation of patients for conducting magnetic resonance imaging (MRI) are considered in detail. It is noted that MRI varies depending on the case with the help of a visualization tool. MRI uses a powerful magnetic field, radio frequency pulses and a computer to obtain detailed images of organs, soft tissues, bone and virtually all other internal structures of the body. Detailed MR-images allow doctors to evaluate different parts of the body and determine the presence of certain diseases. Then the images can be checked on a computer monitor, transferred electronically, printed or copied to a CD, or uploaded to a digital server using cloud designs. It is emphasized that MRI studies may not use a contrast agent injection into the bloodstream

Keywords: magnetic resonance imaging, recommendations, safety

Магнитно-резонансная томография (МРТ) – это неинвазивный медицинский тест, который врачи используют для диагностики заболеваний.

МРТ использует мощное магнитное поле, радиочастотные импульсы и компьютер для получения подробных изображений органов, мягких тканей, кости и практически всех других внутренних структур тела. МРТ не использует ионизирующее излучение (рентгеновское излучение) [1].

Подробные МР-снимки позволяют врачам оценивать различные части тела и определять наличие определенных заболеваний. Затем изображения могут быть проверены на компьютерном мониторе, переданы в электронном виде, распечатаны или скопированы на компакт-диск или загружены на цифровой сервер облаков.

В настоящее время МРТ является наиболее чувствительным методом визуализации головы (особенно мозга) в обычной клинической практике.

Представим некоторые общие рекомендации применения процедуры.

МР-изображение головы выполняется для ряда внезапных или длительных симптомов. Это может помочь диагностировать такие условия, как:

• опухоли головного мозга;
• инфекции;
• аномалии развития;
• гидроцефалия – дилатация жидкостных пространств в головном мозге (желудочки);
• причины эпилепсии (захват);
• кровоизлияние у отдельных пациентов с травмой;
• некоторые хронические состояния, такие как рассеянный склероз;
• нарушения зрения и внутреннего уха;
• расстройства гипофиза;
• сосудистые проблемы, такие как аневризма (пузырьковое расширение сосуда), артериальная окклюзия (закупорка) или венозный тромбоз (кровяной сгусток внутри вен) [4].

Рекомендации по подготовке пациентов к проведению магнитно-резонансная томография (МРТ)

Рекомендации по еде и питью перед проведением МРТ варьируются в зависимости от конкретного исследования с помощью средства визуализации. Если ограничения не предъявлены пациент может следовать своей обычной повседневной жизни и принимать пищу и лекарства, как обычно.

Некоторые МРТ-исследования предполагают введение инъекции контрастного вещества в кровоток. Врач или медсестра могут спросить, есть ли у пациента аллергия любого вида, например, аллергия на йод или рентгеноконтрастный материал, наркотики, продукты питания или окружающую среду. Контрастный материал, наиболее часто используемый для исследования МРТ, содержит металл, называемый гадолинием. Пациент также должен сообщить врачу, есть ли у него серьезные проблемы со здоровьем или какие-либо недавние операции. Некоторые состояния, такие как тяжелое заболевание почек, могут помешать получить контраст гадолиния для МРТ. Если у пациента есть болезни почек или трансплантации печени, необходимо будет провести анализ крови, чтобы определить, функционируют ли почки адекватно.

Женщины всегда должны информировать своего врача о возможной беременности. Хотя МРТ была использована для сканирования пациентов с 1980-х годов без сообщений о каких-либо негативных последствиях для беременных женщин , но практика МРТ не рекомендует проходить это исследование в течение первых трех-четырех месяцев беременности, если предполагается, что потенциальная польза от МРТ не перевешивает потенциальные риски. Беременным женщинам не следует принимать инъекции контрастного вещества гадолиния, за исключением случаев, когда это абсолютно необходимо для лечения.

Если у пациента есть клаустрофобия (страх перед закрытыми пространствами) или беспокойство, он может попросить своего врача назначить рецепт мягкого седативного средства до запланированного обследования.

МРТ-исследование практически не подвержено риску для среднего пациента при соблюдении соответствующих правил безопасности.

Если используется седативный эффект, существует риск чрезмерного успокоения. Тем не менее, технолог или медсестра будут контролировать ваши жизненные признаки, чтобы свести к минимуму этот риск.

В настоящее время нефрогенный системный фиброз является признанным, но редким осложнением МРТ, которое, как полагают, вызвано введением высоких доз контрастного материала на основе гадолиния у пациентов с очень плохой функцией почек. Тщательная оценка функции почек перед рассмотрением контрастной инъекции сводит к минимуму риск этого очень редкого осложнения.

Существует очень небольшой риск аллергической реакции, если вводится контрастный материал. Такие реакции обычно мягкие и легко контролируемые лекарственными средствами. Если у вас возникнут аллергические симптомы, рентгенолог или другой врач будут доступны для немедленной помощи.

Производители внутривенного контраста указывают, что матери не должны кормить грудью своих детей в течение 24–48 часов после того, как контрастная среда будет дана. Однако, как Американский колледж радиологии (ACR), так и Европейское общество урогенитальной радиологии отмечают, что имеющиеся данные свидетельствуют о том, что безопасно продолжать грудное вскармливание после получения внутривенного контраста.

Хотя сильное магнитное поле не является вредным само по себе, имплантированные медицинские устройства, содержащие металл, могут вызывать сбои или вызывать проблемы во время МРТ.[2]

В большинстве случаев МРТ-тест безопасен для пациентов с металлическими имплантатами, за исключением нескольких типов. Люди со следующими имплантатами не могут быть отсканированы и не должны войти в область сканирования МРТ:

• кохлеарный (ушной) имплантат;

• некоторые типы зажимов, используемых для аневризм мозга;

• некоторые типы металлических катушек, помещенных в кровеносные сосуды;

• почти все сердечные дефибрилляторы и кардиостимуляторы.

Пациент должен сообщить врачу, если у него есть медицинские или электронные устройства в теле. Эти объекты могут препятствовать обследованию или потенциально представлять риск в зависимости от их характера и силы магнита МРТ[3]. Многие имплантированные устройства будут иметь памфлет, объясняющий риски МРТ для этого конкретного устройства. Некоторым имплантированным устройствам требуется короткий период времени после размещения (обычно шесть недель), прежде чем быть безопасным для проведения МРТ. Например:

• искусственные сердечные клапаны;

• имплантированные инфузионные порты;

• протезы или протезы металлических суставов;

• имплантированные стимуляторы нервов;

• металлические штифты, винты, пластины, стенты или хирургические скобы.

Если есть какие-либо вопросы об их присутствии, может быть сделан рентгеновский снимок для обнаружения и идентификации любых металлических предметов. В общем, металлические объекты, используемые в ортопедической хирургии, не представляют риска во время МРТ. Однако недавно созданный искусственный сустав может потребовать использования другой процедуры визуализации.

Пациенты, у которых могут быть металлические предметы в определенных частях тела, также могут пройти рентген перед МРТ. Инородные тела, находящиеся рядом и особенно находящиеся в глазах, особенно важны, потому что они могут двигаться во время сканирования, что может вызвать слепоту. Красители, используемые в татуировках, могут содержать железо и могут нагреваться во время МРТ, но это редко. Магнитное поле не влияет на заполнение зубов и брекеты, но они могут искажать изображения лицевой области или мозга, поэтому вы должны сообщить рентгенологу о них. Люди, которые сопровождают пациентов в сканирующую комнату, также должны удалить металлических предметов и уведомить врача о любых медицинских или электронных устройствах, которые они могут представлять риски.

Вопросы сервисного обслуживания и ремонта МРТ томографа**.** Для обеспечения безотказной и качественной работы, а также профилактики сбоев и выхода из строя дорогостоящего оборудования томограф и компьютер нуждаются в профилактическом и сервисном обслуживании[4]. Как правило, стоимость обслуживания на первые один–два года закладывается в стоимость оборудования. Однако для последующего обслуживания нужно будет заключать новый договор с обслуживающей организацией. Также не стоит забывать, что квалифицированный медицинский персонал, который умеет соответствующе обращаться с высокотехнологичным МРТ- томографом, – это залог того, что клиника будет вызывать специалиста только на текущее сервисное обслуживание в рамках договора. Поддержание работоспособности операционной системы не составит большого труда,[5] но для работы томографа этого недостаточно. Необходима комплексная и слаженная работа всего программного обеспечения и периферийных устройств для корректной работы МРТ-томографа. Томограф – сложное механическое устройство со множеством подвижных частей и кабелей, которые двигаются, вращаются, изгибаются и, конечно, теряют свои свойства со временем. Все подвижные части имеют смазку, которую необходимо регулярно обновлять. Кабели могут со временем стать жестче и потерять гибкость, контактные группы разъемов могут окислиться, следовательно, необходимо это вовремя заметить и предотвратить. Это сложные в инженерном отношении манипуляции, которые опять же могут быть осуществлены квалифицированными специалистами, прошедшими обучение у производителя оборудования.

Список литературы

1. Иванов В.А., Суворов А.С., Полонский Ю.З., Трофимова Т.Н. Методы лучевой диагностики и информационные технологии в клинической практике: компьютерная томография и информационные технологии. – СПб.: МАПО, 2001. – С. 23.

2. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. – 132 с.

3. Казначеева А.О. Устранение искажений МР-изображений // Современные технологии: Сборник статей / Под. ред. С.А. Козлова. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2003. – С. 140–145.

4. Горюнова В.В., Володин К.И, Автоматизированное проектирование процессов технического обслуживания и диагностики // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – Т. 98; № 9. – С. 64–70.

5. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Кухтевич И.И. Основные тенденции в развитии медицинских информационных систем // Фундаментальные исследования. – 2015. – №5; Т.1. – С. 58–62.

Секция «Информационные технологии в науке, технике и образовании», научный руководитель – Преображенский А.П., д-р техн. наук, доцент

УДК 004.3:004.45

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МЕНЕДЖЕРОВ ПО ПРИЕМУ ЗАЯВОК

Агава И.В.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

Статья связана с разработкой автоматизированной системой по обработке заявок. Осуществляется формирование веб-приложения, которое предназначено для применения в качестве программной основы в автоматизированных рабочих местах. Эта система может использоваться менеджерами при работе. Приложение разделено на три функциональных слоя. Исходя из структуры пользователей приложения, оно разбито на четыре части – зоны, каждая из которых будет обслуживаться своим сервлетом. Создана базу данных для формируемого приложения. Приведена диаграмма действий сервлета зоны руководителя. Созданы пять классов сущностей из базы данных. Основу слоя представлений (видов) в создаваемом приложении составляют jsp-страницы. Страницы созданы на основе блоков. Анализ функционирования фирмы продемонстрировал, что для увеличения эффективности работы специалистов требуется внедрение программы, которая дает возможности автоматизировать различные процессы в организации.

Ключевые слова: автоматизация, приложение, программа, специалист, менеджер

AUTOMATED SYSTEM FOR MANAGERS FOR ACCEPTING APPLICATIONS

Agava I.V.

Voronezh institute of high technologies, Voronezh, , e-mail: app@vivt.ru

The paper relates to the development of an automated system for processing applications. Is the development of a web application intended for use as a software framework for automated jobs. This system can be used by managers during work. The application is divided into three functional layers. Based on the structure of app users, it's broken into four part – zones, each of which will be served by your servlet. Created a database for the generated application. The diagram of actions of the servlet zone of the head. Created five entity classes from the database. The basis of the presentation layer (types) in the generated application are jsp pages. Pages are created on the basis of blocks. Analysis of the company showed that for increase of efficiency of work of experts is necessary to implement a program that allows you to automate various processes in your organization.

Keywords: automation, application, specialist, manager

В современном мире перед любой организацией, независимо от того, является ли она государственной или частной, стоит задача накопления и обработки огромных объемов данных о своей деятельности [1, 2].

До того, как массовым образом распространилось ЭВМ необходимость в решении такой задачи определяла существование огромного бумажного документооборота, требовавшего заметных затрат в трудовых и материальных ресурсах [3, 4].

Возник качественный прорыв в таких областях после того, как внедрили информационные технологии [5, 6].

Цель этой работы состоит в разработке веб-приложении, которое необходимо для применения как программная основа в автоматизированных рабочих местах. С тем, чтобы достичь эту цель требуется осуществить выполнения следующих базовых задач:

1. Провести разработку архитектуры приложения, провести формулировку технического задания и функциональных требований к системам.

2. Дать определение модели данных приложения.

3. Провести разработку и реализацию интерфейсов пользователя и бизнес-логику приложений.

В соответствии с концепцией паттерна MVC наше приложение будет разделено на три функциональных слоя: Модель – представляет логический слой персисентности, её будут реализовывать классы, построенные по концепции объектно-реляционного отображения (ORM).

Каждой сущности из базы данных будет поставлен в соответствие Java-класс. Также, данные классы будут инкапсулировать бизнес-логику приложения. Виды – служат точками взаимодействия с пользователями, представляя графический интерфейс.

Они будут представлены jsp-страницами. Контроллеры – являются элементами управ-

ления приложения, реагируют на запросы пользователя.

Реализуются сервлетами. Исходя из структуры пользователей приложения, оно будет разбито на четыре части – зоны, каждая из которых будет обслуживаться своим сервлетом: Зона операторов – данная часть приложения предназначается для менеджеров. Функциональность данной зоны включает в себя возможность совершения следующих действий: редактирование клиентской базы; просмотр и редактирования информации по заявкам.

Зона для инженеров-ремонтников. В функциональность данной зоны входят возможности просмотра «своих» заявок специалистами, пометки их как выполненных.

Зона для кладовщиков – кладовщики, работая с системой, могут просматривать поступившие к ним от инженеров заявки на выдачу необходимого оборудования и расходных материалов. Зона для руководителя отдела по ремонту техники. Руководитель отдела может просматривать все данные, однако не может их редактировать [7, 8].

Доступ к каждой части будет управляться средствами обеспечения безопасности сервера GlassFish. Разрабатываемое нами приложение построено на основе существующего в NetBeans шаблона Enterprise Application.

При создании приложения в среде NetBeans созданы два модуля – ejb и war. Модуль war служит для создания пользовательского интерфейса, контейнер ejb используется для реализации бизнес-логики приложения.

Воспользуемся программой MySQL Workbench и создадим базу данных для нашего приложения. Для этого можно использовать инструмент Forward Engineer, который на основе созданной нами ER-диаграммы сгенерирует и выполнит SQL-скрипт. Теперь в среде NetBeans установим соединение с сервером баз данных MySQL (рисунок).

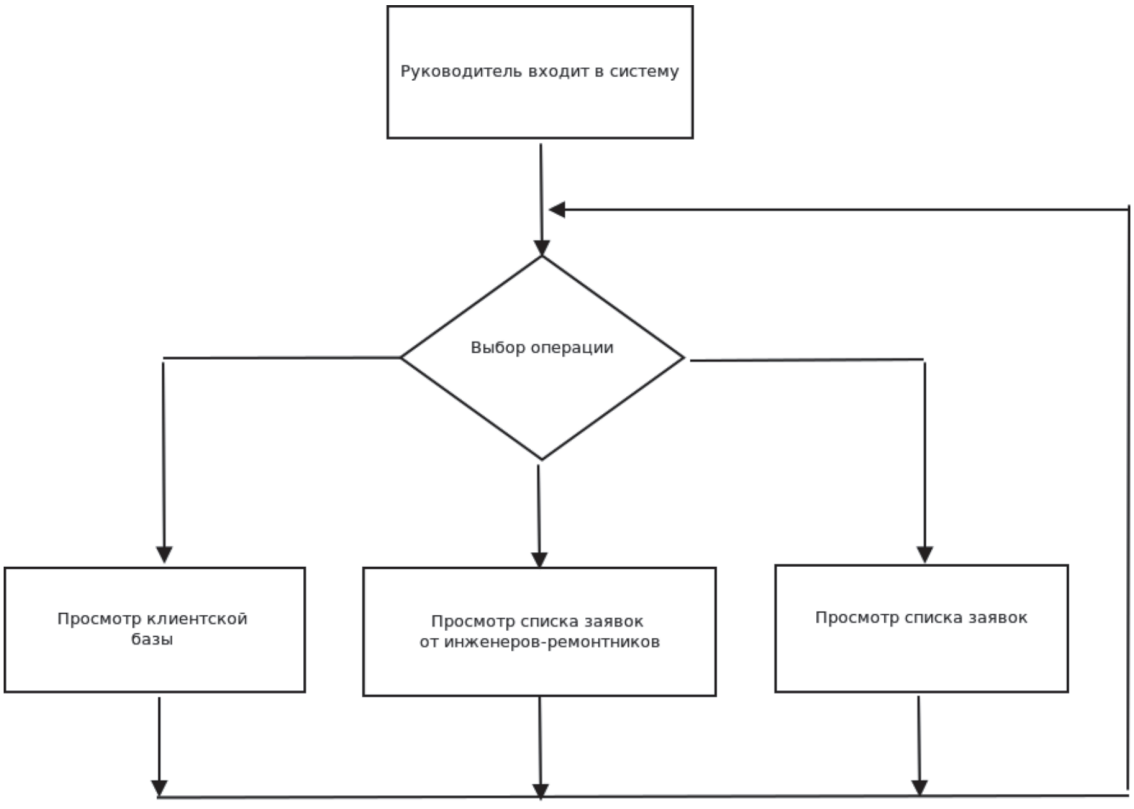


Диаграмма действий сервлета зоны руководителя

Создадим новый проект Orders, в контейнере ejb которого создадим пакет domain, в котором будут находится классы, описывающие сущности.

Для этого выберем пакет domain, и создавая новый класс, выберем пункт «Создать классы сущностей из базы данных».

В результате, мы получим пять классов сущностей:

1. Класс Customers.
2. Класс Engineers.
3. Класс Instrument.
4. Класс Orders.
5. Класс OrdersHistory.

Данные классы уже содержат в себе необходимые методы и конструкторы, а также именованные запросы. Теперь сконфигурируем модуль персистентности, в котором зададим имя источника данных – jdbc/orders и провайдера персистности – EclipseLink (JPA 2.1)

Слой бизнес-логики отвечает за обработку запросов пользователей и управление представлениями, реализованными в виде jsp-страниц. Данный слой в разрабатываемом нами приложении состоит из четырех сервлетов.

Основой слоя представлений (видов) для разрабатываемого нами приложения будут составлять jsp-страницы. Эти страницы строятся на базе блоков:

Блок заголовка – в нем содержится название приложения, есть логин пользователей. Помимо этого здесь располагается кнопка, которую, когда активируют, идет выход из приложения с дальнейшим перенаправлением на страницу, где есть вход. Находится вверху страницы.

Блок навигации – находится по левую сторону, будет занимать 30 % ширины показываемой страницы. Имеет элементы навигации для функциональных возможностей.

Блок рабочей области – в нем, в зависимости от того, какая выбрана в блоке навигации функциональность, существует или формы запросов, или таблицы, в которых результаты запросов.

Для того чтобы описать оформление jsp-страниц, применяется файл style.css.

Вывод. В результате анализ работы компании было показано, что для того, чтобы повысить эффективность функционирования специалистов требуется провести внедрение программы, которая дает возможности для автоматизации: системы исполнения заказов со стороны клиентов, системы заказов товаров у поставщиков, системы отчетности. В перспективе можно ожидать снижения затрат по приобретению товаров у поставщиков на основе оптимизации систем управления товарными запасами.

Основываясь на выполненной работе можно сделать вывод, что за счет внедрения новых информационных систем не обеспечивается немедленный экономический рост, но будет развитие компании, будет ее переход на качественно более высокие уровни, как в улучшении того, какое качество обслуживания клиентов, так и в том, какая прозрачность движения товара и капитала.

Список литературы

1. Зяблов Е.Л. Построение объектно-семантической модели системы управления / Е.Л. Зяблов, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 029–030.

2. Преображенский Ю.П. Оценка эффективности применения системы интеллектуальной поддержки принятия решений / Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. – № 5. – С. 116–119.

3. Бессонова А.А. Управление социально-экономическими системами в условиях модернизации: коллективная монография / А.А. Бессонова, В.В. Дубинин, И.Я. Львович, Ж.И. Лялина, А.П. Преображенский, Е.Д. Рубинштейн, М.А. Салтыков, В.Н .Филипова, И.В. Филиппова. – Саратов: Изд-во: ЦПМ «Академия Бизнеса», 2013. – 110 с .

4. Исакова М.В. Об особенностях систем управления персоналом / М.В. Исакова, О.Н. Горбенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2014. – № 12. – С. 168–171.

5. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С., Львович И.Я. Некоторые аспекты информатизации образовательных учреждений и развития медиакомпетентности преподавателей и руководителей // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2013. – Т. 9; № 5–2. – С. 134–136.

6. Львович И.Я., Преображенский А.П. О характеристиках обучающих систем // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 11. – С. 179–180.

7. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С., Львович И.Я. Медиакомпетентность современного педагога // Среднее профессиональное образование. – 2013. – № 12. – С. 43–45.

8. Сыщикова Д.С. О возможностях использования мультимедийной техники в образовательном процессе // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 111–112.

УДК 004.4:004.67

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Альпатов А.В.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

В работе проводится анализ основных характеристик теории и практики методологии тестирования. Указаны отличия тестов от других способов диагностики. Тестирование с точки зрения объективности и скорости того как получаются результаты, может превосходить большое число форм контроля. Определены основные задачи тестирования. Отмечается, что довольно распространенными считаются тестовые задания, имеющие закрытый тип и тестовые задания, имеющие открытый тип. Рассматриваются особенности созданной системы для оценки знаний студентов, приведена схема этой системы. Преподаватель видит процесс тестирования у себя на экране серверного приложения. На его статусном экране в режиме списка показывается основная информация. На каждый вопрос отводится своя группа с уникальным номером вопроса. Система не требует никаких дополнительных баз данных и других сторонних программ.

Ключевые слова: программа, обучение, студент, знание

THE DEVELOPMENT OF PROGRAM FOR ESTIMATION OF STUDENTS' KNOWLEDGE

Alpatov A.V.

Voronezh institute of high technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

The paper analyzes the main characteristics of the theory and practice of testing methodology. These differences in tests from other diagnostic methods. Testing from the point of view of objectivity and speed that produce results that can surpass a large number of forms of control. The main tasks of the test are given. It is noted that the quite common ones are tests, having a private type and test items, open-type. Discusses the features of the established system for evaluation of students ' knowledge, the scheme of this system. The teacher sees the test process on the screen of a server application. On his status screen in the list view shows basic information. Each question is assigned its own group with a unique question number. The system does not require any additional databases and other third-party programs.

Keywords: **program, training, student, knowledge**

Поскольку образование – это постоянно пополняемая новыми людьми сфера, создание программного продукта, который будет применять на практике компьютерное обучение – актуальная и интересная цель [1–3].

В образовательных системах, что относится и к учреждениям высшего профессионального образования, проведение оценки знаний обучающихся может рассматриваться как одна из базовых и сложных задач.

В качестве метода, направленного на исследование уровней соответствующих знаний, умений, навыков, а также разных личностных качеств можно указать такую форму контроля как тесты.

Тестологию, с точки зрения теории и практики тестирования, уже изучают более 100 лет, в течение этого времени произошло накопление большого опыт по применению тестов в разных областях человеческой деятельности, в том числе и образования.

В течение последних лет тестирование, в виде метода оценки знаний, начинает приобретать всё большее распространение.

Помимо традиционных форм тестирования большое применение имеет компьютерное, что будет соответствовать общим концепциям модернизации и компьютеризации в российских системах образования. Есть отличие тестов от других способов диагностики тем, что:

1. В них предполагается стандартизованная, выверенная процедура того, как идет сбор и обработка данных, и еще их интерпретация.

2. Они дают возможности для проверки знаний обучающихся относительно широкого спектра вопросов.

3. Происходит сокращение временных затрат на осуществление проверки знаний.

4. Практически происходит исключение субъективизма преподавателей, как в ходе контроля, так и в процессах оценки.

В результате, тестирование с точки зрения объективности и скорости того как получаются результаты, может превосходить большое число форм контроля.

Основываясь на актуальности технологий тестирования и тем, что они уникальны относительно других способов оценки знаний, есть возможности для определения основных задач тестирования:

– проведение развития интереса у студентов к тем предметам, для которых предполагается, что будет идти процесс тестирования;

– проведение активизации самостоятельной работы обучающихся в течение подготовки к процессу тестирования;

– проведение воспитания сознательных и личных качеств обучающихся относительно результатов того, как они подготовлены;

– определение уровней знаний, умений и навыков студентов для тестируемых дисциплин;

– оказание помощи студентам в ходе определения уровней полученных результатов обучения и осуществление планирования последующей подготовки;

– оказание помощи преподавателям в оценках того, какие индивидуальные результаты обучения и того, как развиваются обучающиеся, как расширяется спектр контрольно-измерительных материалов, как корректируется методика обучения.

Когда происходит подготовка тестов весьма важным можно считать выбор типов и видов тестовых заданий.

Довольно распространенными считаются тестовые задания, имеющие закрытый тип (для каждого вопроса есть готовые варианты ответов, среди них требуется сделать выбор одного или нескольких правильных) и тестовые задания, имеющие открытый тип (для каждого вопроса испытуемые должны дать предложение своего ответа: дописывается слово, словосочетание, предложения, знаки, формулы и т. д.).

При составлении теста, требуется, чтобы были учтены: цели, исходя из которых идет тестирование; характеристики материала, степень усвоения которого требуется определить; возрастные особенности тестируемых.

Тесты являются стандартизованными задачи, при выполнении которых можно провести измерение некоторых психологических, интеллектуальных характеристик, уровень знаний.

Помимо преимуществ в тестировании можно указать некоторые недостатки:

– существует вероятность того, что выбор ответов будет осуществляться наугад или на основе метода исключения;

– осуществляется проверка только конечных результатов действий;

– существуют трудности со стороны преподавателя, а еще нет возможностей для прослеживания логики рассуждений обучаемого.

В данной работе мы рассматриваем особенности созданной системы для оценки знаний студентов.

Структура задуманной системы была разработана с учетом потребностей стандартной учебной организации.

Схема разработанной системы представлена на рис. 1.

Серверное приложение используется для нескольких задач [4, 5]. При помощи серверного приложения преподаватель может создавать, изменять и удалять различные тесты. В свою очередь, тесты содержат вопросы, с которыми преподаватель может совершать те же действия.

Путем изучения различных методик тестирования и аттестации, было выявлено, что стандартизация большинства вопросов (рис. 2) может быть представлена следующим списком:

• 2, 3 или 4 ответа на вопрос;

• возможность одного правильного ответа на вопрос;

• возможность нескольких правильных ответов на вопрос.

• Такие параметры создания вопросов для тестов вполне достаточны для составления корректных и успешных тестов [6, 7].

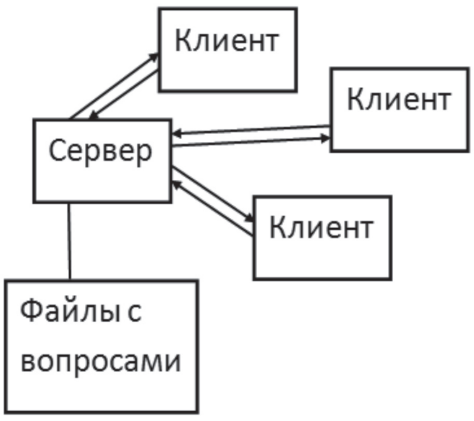


Рис. 1. Структура «Умных тестов»

Преподаватель также должен внести в списки учащихся, которые были допущены к тестированию. Он должен указать для них ФИО и пароль, а затем, распечатать эти учетные данные и выдать учащимся.

ска показывается следующая информация (рис. 6):

• состояние клиента;
• ФИО учащегося;
• процент выполненных заданий;

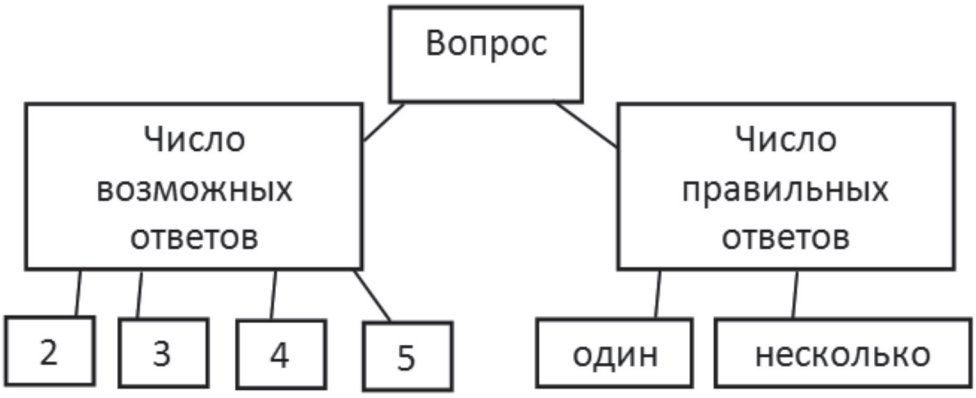


Рис. 2. Вариации вопросов

Помимо возможности редактирования тестов и списков учащихся, серверная часть предоставляет возможность запустить сервер тестирования. В этом случае учащиеся запускают клиентские приложения «Умных тестов» на других компьютерах, находящихся в одной компьютерной подсети, авторизуются под своими учетными данными, которые они получили от преподавателя, и ждут начала тестирования.

Преподаватель имеет возможность видеть статус подключившихся учащихся.

Когда все будут готовы, преподаватель щелкает по кнопке «Старт», и тестирование начинается.

Каждый учащийся видит у себя на экране вопрос с несколькими вариантами ответы. Ответы каждый раз занимаются разные места, чтобы создать фактор случайности при повторном прохождении тестирования.

Учащиеся выбирают правильный, по их мнению, ответ, после чего клиентское приложение отсылает данные на сервер, а в ответ получает новый вопрос с новыми вариантами ответа. При этом, возможности вернуться и отредактировать свой ответ, у учащегося нет.

Преподаватель видит процесс тестирования у себя на экране серверного приложения. На его статусном экране в режиме спи-

• процент правильно указанных вопросов;
• визуальное отображение процентных значений.

Результаты тестов сохраняются и доступны для просмотра преподавателем.

Из всех рассмотренных решений для реализации задуманного была выбрана программа Clickteam Fusion 2.5. Она позволяет создавать приложения любого уровня и легко расширяется многочисленными бесплатными модулями.

Для того, чтобы программа получилась менее требовательной к ресурсам компьютера, а также меньше зависела от сторонних программ и служб, было принято решение хранить всю информацию серверного приложения в зашифрованных ini-файлах.

На каждый вопрос отводится своя группа с уникальным номером вопроса: question.0, question.1 и т.д.

Далее следует question type – тип вопроса:

1 – с многими правильными ответами;

2 – с только одним правильным ответом.

Параметр howmanyanswers хранит в себе количество ответов: 2,3, 4 или 5.

Далее следуют текстовые переменные answer1, answer2, answer3 и answer4. В них соответственно хранится текст всех этих ответов.

Последний параметр – correct. В нем указываются ответы: 0 – неверный, 1 – вер-

ный. Эти цифры разделяются вертикальной чертой, обозначая от 1 до 4 ответов.

Таким образом, система не требует никаких дополнительных баз данных и других сторонних программ.

Папку с серверным приложением можно легко носить с собой на флеш-носителе, оно является портабельным приложением, не требующим установки.

Для реализации сетевых возможностей системы больше всего подходит модуль Lacewing.

Проект Lacewing – это кроссплатформенная библиотека с открытым исходным кодом, которая позволяет надежно организовывать передачу данных с различных поддерживаемых устройств. Благодаря лицензии «open source», проект стал качественным и надежным бесплатным продуктом.

Серверное приложение открывает порт 6121 (или другой указанный пользователем) и начинает на нем «слушать». Когда клиентское приложение «стучится» по адресу сервера на этот порт, то между сервером и клиентом происходит некий «диалог», где они обмениваются информацией.

Сервер сверяет данные клиента, и если переданные им логин и пароль есть в списках сервера, то сервер разрешает клиенту присоединиться. Он выдает ему уникальный ID и дает команду ждать начала тестирования.

Если же такой пары логин-пароль не существует, то сервер шлет клиенту команду «noway», обозначающую, что авторизация не удалась и подключение не выполнено.

После того, как преподаватель щелкает по кнопке «Старт», запускается секундомер, и сервер рассылает клиентам первый вопрос.

Рассылка происходит следующим образом: сервер открывает ini-файл с нужным тестом, дешифрует его с ключом и составляет цепочку сообщения для клиентов.

Цепочка представляет собой последовательность значений вопроса, взятых из ini-файла, разделенных спецсимволом. В итоге получается одна длинная строчка. Сервер помещает ее в очередь и переходит к следующему клиенту.

Объект очередности, по мере поступления запросов, рассылает составленные сервером строчки нужным клиентам. Клиенты получают строчки, разделяют их по спецсимволу и, наконец, отображают учащемуся.

Когда учащийся отмечает нужный вариант ответа и щелкает по кнопке «Следующий вопрос», то клиент отсылает сервер ответ учащегося и просьбу переслать следующий вопрос. И все повторяется до тех пор, пока все вопросы не закончатся [8].

Список литературы

1. Сыщикова Д.С. О возможностях использования мультимедийной техники в образовательном процессе // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 111–112.

2. Павлова М.Ю. Вопросы адаптации выпускников вузов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 234–237.

3. Кудрина О.С. О проблемах медиаобразования // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 72–73.

4. Исакова М.В., Горбенко О.Н. Об особенностях систем управления персоналом / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 168–171.

5. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С., Львович И.Я. Некоторые аспекты информатизации образовательных учреждений и развития медиакомпетентности преподавателей и руководителей // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2013. – Т. 9; № 5–2. – С. 134–136.

6. Павлова М.Ю. Об использовании научной составляющей при формировании профессиональных качеств инженера / Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 144–145.

7. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С., Львович И.Я. Медиакомпетентность современного педагога // Среднее профессиональное образование. – 2013. – № 12. – С. 43–45.

8. Тимошечкина К.В., Преображенский А.П. Разработка модели и алгоритма исследования процесса тестирования учащихся // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2007. – Т. 3; № 12. – С. 139–142.

УДК 004.4:004.62

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Бузунов А.Н.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

В работе рассматриваются основные характеристики информационно-измерительных систем. Система Simatic WinCC имеет мощные средства создания человеко-машинного интерфейса, позволяющие реализовать клиентские решения на базе web-технологий. Для создания удобного пользовательского интерфейса в системе есть все необходимые средства. Сообщения, поступающие в систему могут иметь несколько статусов. Данные средства связи необходимы для передачи данных между датчиками, контроллерами и исполнительными механизмами и связи нижнего уровня системы управления с верхним. Протоколы должны обладать не только свойствами надежности, но быть гибкими, простыми в использовании, функциональными средствами построения связи. Активные станции передают сообщения по мере получения-передачи маркера. Если активная станция получила маркер, то она может опросить связанные с ней пассивные станции и послать сообщение им.

Ключевые слова: информационно-диагностическая система, программа, передача данных.

THE FEATURES OF INFORMATION-DIAGNOSTIC SYSTEMS

Buzunov A.N.

Voronezh institute of high technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

The paper discusses the main characteristics of information-measuring systems. System Simatic WinCC has a powerful means of establishing human-machine interface, allowing the client to implement solutions based on web technologies. To create a convenient user interface the system has all the necessary tools. Messages coming into the system can have multiple statuses. Data communications required to transfer data between sensors, controllers and actuators, and when the lower level control system with upper. Protocols must not only possess the properties of reliability, but to be flexible, easy to use, functional means of building relationships. Active stations transmit message upon receipt of the transmission token. If the active station has received a token, it can ask its associated passive station and to send a message to them.

Keywords: information-diagnostic system, program, data transfer

Simatic WinCC (Windows Control Center – Центр управления Windows) – мощная SCADA система, предназначенная для управления и мониторинга технологических процессов, работающая под управлением операционных систем Microsoft Windows.

Данная операторская система была разработана в 1995 году и входила в семейство систем автоматизации Simatic компании Siemens AG. В настоящее время WinCC занимает первое место среди систем автоматизации в Европе и второе место на мировом рынке.

Основная конфигурация WinCC включает все стандартные для SCADA систем функции: регистрация данных о протекании технологического процесса [1, 2], оповещение об авариях, архивирование измеряемых значений, администрирование пользователей и визуализация.

Кроме стандартных качеств, система обладает рядом преимуществ, выделяющим ее среди других SCADA решений:

WinCC является частью комплексной системы автоматизации Totally Integrated Automation (TIA), что делает возможной полную интеграцию отдельных компонентов автоматизации, а это, в свою очередь, минимизирует затраты на проектирование и поддержание всего жизненного цикла системы.

Система имеет мощные средства создания человеко-машинного интерфейса, позволяющие реализовать клиентские решения на базе web-технологий.

В базовую версию системы включен сильный масштабируемый исторический архив (Historian), работающий на Microsoft's SQL Server. С помощью данного компонента реализуется архивирование текущих данных процесса, долгосрочное архивирование с возможностью сжатия и обработки данных и централизованный обмен данными [3, 4] с помощью сервера архивов.

WinCC обладает удобными и понятными средствами проектирования, упрощающими процесс работы и обучения: в систему встроен графический редактор с объектно-ориентированным подходом и возможностью создания индивидуальных надстроек и расширений на VB Script, Visual Basic для приложений, обширные библиотеки, возможность изменения проекта в режиме online и многие другие.

Система обеспечивает высокий уровень открытости и широкие возможности интеграции за счет стандартных интерфейсов,

таких как ActiveX, OPC (OLE для управления процессом), интегрированных языков скриптов VBScript и ANSI-C, доступ к данным с помощью Open Development Kit (WinCC/ODK).

WinCC обладает удобным и привычным для пользователя MS Windows проводником, который является ядром системы проектирования – WinCC Explorer. В WinCC Explorer видна структура всего проекта и тут же происходит его администрирование.

С помощью WinCC Explorer осуществляется доступ к редакторам, предназначенным для проектирования подсистем. В системе существует определенный стандартный набор редакторов и интерфейсов позволяющих проектировать отдельные подсистемы, в соответствии с требуемым функционалом.

Рассмотрим компоненты Simatic WinCC.

WinCC является модульной SCADA системой, включающей стандартный набор модулей и дополнительные опции, список которых постоянно растет. Каждый модуль выполняет функции определенного редактора и состоит из системы исполнения и системы разработки.

1. Graphics Designer (Графический дизайнер) – система отображения объектов управления в графическом виде с помощью свободно конфигурируемых графических объектов и их связей. Система работает в режиме исполнения и создает кадры для визуализации процесса и управления объектом.

Графическая система WinCC делает возможным создание индивидуальных пользовательских интерфейсов для любого приложения, полностью соответствующих требованиям заказчика, обеспечивая этим оптимизацию всего процесса производства в целом.

Для создания удобного пользовательского интерфейса в системе есть все необходимые средства:

• стандартные объекты;

• кнопки, поля-флажки, группы кнопок выбора и ползунковые регуляторы;

• графические объекты;

• окна приложений и кадров;

• OLE объекты, элементы управления

• ActiveX;

• поля ввода и вывода, текстовые списки;

• двухмерные и трехмерные гистограммы;

• объекты, создаваемые пользователем.

2. Alarm Logging (Регистрация аварийных сообщений) – подсистема, предназначенная для регистрации и архивирования событий.

WinCC позволяет не просто выводить сообщения, но и записывать их в архивы, которые затем можно просмотреть и отфильтровать сообщения по их причинности. Данная функция способствует уменьшению затрат времени на поиск неисправности и предотвращению аварийных ситуаций в дальнейшем.

Существуют три вида сообщений:

1. Оперативные сообщения, отображающие состояние процесса;

2. Сообщения о неисправности, информи рующие о неисправности процесса;

3. Системные сообщения, уведомляющие об ошибках других приложений.

Сообщения, поступающие в систему могут иметь несколько статусов: «поступило», означает, что событие вызвавшее сообщение все еще актуально, когда событие исчезает статус меняется на – «ушло», если сообщение не нуждается в подтверждении статус будет – «квитировано».

Архивы сообщений создаются при помощи Microsoft SQL Server. Используя средства WinCC OLE-DB можно легко обращаться к этим архивам с помощью стандартизированного интерфейса баз данных.

3. Tag Logging (Регистрация тегов) – подсистема, позволяющая регистрировать и архивировать измеряемые значения параметров процесса. Данные о процессе отображаются с помощью специальных окон, в которых информация представлена в виде таблиц или кривых.

Редактор регистрации тегов предоставляет выбор способа сбора информации и вида, в котором она будет отображаться, имеются следующие варианты:

1. интерактивный тренд, кривые архивов, кривые функций;

2. отображение областей и предельных значений, ступенчатые кривые, градуированные кривые, таблицы;

3. переключение шкал, старт/стоп, постраничный просмотр.

4. Report Designer (Дизайнер отчетов) – система, формирующая отчеты по определенному событию или хронологически.

В WinCC на стадии проектирования формируются задания на печать, в которых определяется шаблон, количество страниц и устройство вывода на печать. Это и определяет вид распечатываемого отчета с исполнительными данными. Для каждого вида журнала регистрации имеется свой шаблон.

Отчеты могут выводиться на печать ежечасно, ежедневно и тд., по наступлению какого либо события или по команде оператора.

Журналы регистрации могут включать данные из баз данных, что позволяет осуществить специальный объект Report Designer – таблица базы данных ODBC.

4. User Administrator (Администратор пользователей) – средство, позволяющее назначать и контролировать права доступа пользователей, как для процесса проектирования, так и в режиме исполнения.

Администратор системы имеет возможность создавать до 128 пользовательских групп, каждая группа может включать до 128 пользователей, каждый из которых имеет назначенные администратором права доступа.

Также есть возможность установки отдельного режима работы для каждого пользователя, время завершения сеанса может определятся к примеру от продолжительного бездействия.

5. Global Scripts (Глобальный сценарий) – это основной редактор для программирования на языке VBS.

В поставке системы WinCC имеется достаточное количество различных функций, однако также пользователям предоставляется возможность редактирования встроенных функций и создания своих собственных, для этого и существует редактор Global Scripts.

Данный компонент использует язык VBScript (VBS). Глобальный сценарий может использоваться для программирования глобальных макросов, независимых от кадра и не привязанных к графическому объекту, а также глобальных процедур, доступных во всем проекте.

6. Text Library (Текстовая библиотека) – инструментальное средство для создания и редактирования текстов пользователя. Главный компонент необходимый при создании многоязычных проектов.

В Text Library централизованно хранятся все тексты проекта, централизованно устанавливаются шрифты и осуществляются переводы текстов. В библиотеке хранится большое количество различных текстов, поэтому каждый из них имеет свой уникальный идентификатор, по которому система к нему обращается.

Тексты могут быть экспортированы из WinCC и при необходимости импортированы обратно.

Данный редактор содержит не только пользовательские тексты, но и существующие стандартные тексты WinCC, к примеру имена классов сообщений. При изменении языка проекта в каком либо редакторе, автоматически создается соответствующий этому языку столбец.

Рассмотрим средства обмена данными в WinCC.

В современных системах автоматизации все чаще требуется решение задач построенеия распределенных промышленных сетей с использованием гибких протоколов передачи данных [5, 6].

В настоящее время существует огромное количество интерфейсов и протоколов передачи данных для создания сетей промышленного назначения. Наиболее распространенные среди них: Modbus, Ethernet, CAN, HART, PROFIBUS и пр.

Данные средства связи необходимы для передачи данных между датчиками, контроллерами и исполнительными механизмами и связи нижнего уровня АСУ ТП с верхним. Обеспечение надежного соединения и высокой скорости передачи данных осуществляется за счет индивидуального подхода к разработке протоколов. Протоколы создаются с учетом особенностей технических процессов и систем, а также особенностей всего производства.

Протоколы должны обладать не только свойствами надежности, но быть гибкими, простыми в использовании, функциональными средствами построения связи.

WinCC Advanced является открытой системой визуализации, которая способна поддерживать коммуникационный обмен данными с множеством систем автоматизации [7, 8]. Выбор вида используемой сети зависит от предъявляемых требований, в WinCC могут быть использованы следующие средства обмена данными:

- MPI
- PROFIBUS
- Industrial Ethernet
- Modbus
- OPC

Далее проведем описание интерфейса MPI.

MPI – Multi Point Interface (Многоточечный интерфейс) используется для построения небольших сетей на полевом уровне и уровне предприятия. Данный интерфейс используется только в SIMATIC S7. MPI позволяет экономично соединять небольшое количество станций. Однако интерфейс обладает низкой производительностью. Максимальное количество подключаемых станций – 32.

В MPI сетях используется доступный интерфейс MPI ПЛК, реализованный как программный. MPI использует метод доступа с передачей маркера. Право доступа

передается поочередно от станции к станции с помощью, так называемого, маркера. При получении маркера станция имеет право послать сообщение, если же станция не посылает сообщение, то это право переходит к следующей станции. Обычно для реализации MPI сетей используется оптическая или электрическая сеть.

Протокол PROFIBUS имеет характеристики, указанные ниже.

PROFIBUS (PROcess FIeld BUS) – сеть, реализуемая на уровне предприятия и полевом уровне с ограниченным количеством станций, до 127. Первоначально, протокол разрабатывался компанией Simens для связи своих промышленных контроллеров. На данный момент он является одним из самых распространенных в Европе.

В сети с методом доступа PROFIBUS различаются два вида станций – активные и пассивные. Активные станции используют метод доступа с передачей маркера, в то время как пассивные станции используют метод доступа «ведущий-ведомый».

Активные станции передают сообщения по мере получения-передачи маркера. Если активная станция получила маркер, то она может опросить связанные с ней пассивные станции и послать сообщение им. Сами пассивные станции никогда не получают маркера.

PROFIBUS позволяет создать единую автоматизированную систему на уровне проводов и датчиков за счет объединения распределенных устройств и объединения функциональных и технологических особенностей связи полевого уровня [9].

Протокол оптимизирован для работы с различными приложениями и имеет три модификации:

PROFIBUS DP (Decentralized Peripheral – Распределенная периферия) – использует уровни 1 и 2 модели OSI, а также пользовательский интерфейс, который в модель OSI не входит. Протокол ориентирован на организацию связи между контроллерами и устройствами ввода-вывода.

PROFIBUS FMS (Fieldbus Message Specification – Спецификация сообщений полевого уровня) – использует уровень 7 модели OSI и применяется для обмена данными с контроллерами и компьютерами на регистровом уровне. Profibus FMS и DP используют один и тот же физический уровень, основанный на интерфейсе RS-485 и могут работать в общей сети.

PROFIBUS PA (Process Automation – Авто матизация процесса) – использует физический уровень на основе стандарта IEC 1158–2, который обеспечивает питание сетевых устройств через шину и не совместим с RS-485. Преимуществом является возможность использования данного протокола во взрывоопасных зонах.

Сеть PROFIBUS может быть как оптической, так и электрической. Также возможно построение смешанной сети, состоящей из оптических и электрических сегментов.

Далее указаны особенности сети Ethernet.

Для построения промышленной сети наиболее оптимальным вариантом является сеть – Industrial Ethernet. Она подходит и для уровня управления и для уровня предприятия. Industrial Ethernet это открытая коммуникационная сеть, соответствующая стандарту IEEE 802.3.

Industrial Ethernet позволяет создавать сети с большим количеством подключаемых станций и возможностью передачи больших объемов информации на большие расстояния.

Главными преимуществами данной сети являются ее масштабируемость, открытость и широкое распространение.

Сеть использует принцип доступа CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection) – коллективный метод доступа с опознаванием несущей и обнаружением коллизий. Перед тем как отправить сообщение станция проверяет, свободна ли шина. При одновременном отправлении сообщений двумя станциями происходит коллизия, после которой обе станции прекращают отправку сообщений. По истечению определенного периода времени посылка сообщений повторяется.

Сеть Industrial Ethernet может быть построена на оптических или электрических кабелях. Также возможно создание смешанной сети, включающей в себя оптические и электрические подсети. Это позволяет использовать преимущества обеих типов сетей.

Проведем анализ стандарта OPC.

OPC (OLE for Process Control) – это промышленный стандарт, реализующий взаимодействие программных компонентов систем класса SCADA.

Стандарт был разработан на основе объектной модели COM/DCOM фирмы Microsoft. COM (Component Object Model) – это концепция использования многопакетных объектов, осуществляющая удаленное управление функциями (методами) объектов так, как будто они находятся «рядом».

В случае расположения объекта в другой программе или на другом узле сети

и в другом компьютере, технология будет называться DCOM, то есть Distributed (распределенная). В распределенном варианте COM, функции объекта перехватываются специальным аген том proxy/ stub DLL, который их упаковывает и передает операционной системе. Операционная система далее доставляет вызов непосредственно до управляемого объекта и заставляет его выполнить запрашиваемую функцию.

С помощью технологии OPC одни приложения могут связываться с другими, считывать и обмениваться данными и событиями, оповещать друг друга об авариях, осуществлять работу с архивами. При этом приложения могут располагаться как на одном компьютере, так и распределено.

Стандарт OPC поддерживается всеми ведущими производителями систем сбора данных и управления SCADA, а также производителями оборудования, что способствует их эффективному взаимодействию и слаженной работе.

Список литературы

1. Завьялов Д.В. О применении информационных технологий / Д.В. Завьялов // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 71–72.

2. Пеньков П.В. Экспертные методы улучшения систем управления / П.В. Пеньков // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 108–110.

3. Зяблов Е.Л. Построение объектно-семантической модели системы управления / Е.Л. Зяблов, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 029–030.

4. Головинов С.О. Цифровая обработка сигналов / С.О. Головинов, С.Г. Мирончeнко, Е.В. Щепилов, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. – № 4. – С. 064–065.

5. Преображенский Ю.П. Разработка методов формализации задач на основе семантической модели предметной области / Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 075–077.

6. Зазулин А.В. Особенности построения семантических моделей предметной области / А.В. Зазулин, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 026–028.

7.Никифоров А.А. Перспективные достижения современных ученых. техника и технологии: Монография / А.А. Никифоров, И.Я. Львович, А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров, В.Н. Бредихин, В.Ю. Кушнеров, И.Ф. Червоный, А.И. Шевелев, М.В. Евсеева, Л.В. Крылик, Л.В. Осадчук, А.В. Осадчук, А.И. Флоренсов, П.М. Бойко, О.В. Кочеткова, Е.А. Поликарпова, V.F.A. Alatoom, С.С. Карабиньош, О.А. Демко, О.Б. Вьюненко, А.В. Толбатов, В.А. Толбатов, С.В. Толбатов, О.О. Толбатова. – Одесса: Изд-во «Куприенко Сергей Васильевич», 2017. – 219 с.

8. Львович И.Я. Подсистема управления технологическим процессом производства интегральных схем / И.Я. Львович, Я.Е. Львович, А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров, Д.В .Салеев // Метрология. – 2017. – № 2. – С. 3–9.

9. Преображенский А.П. Алгоритмизация и оптимизация технологических процессов создания изделий интегральной электроники / А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров // Информационные технологии моделирования и управления. – 2017. – Т. 104; № 2. – С. 84–93.

УДК 004.71

О МОДЕЛИРОВАНИИ РАССЕЯНИЯ МНОГОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ НА ОБЪЕКТАХ

Вилюга Н.Н.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

В статье проводится исследование распространения сигналов сложной формы для систем беспроводной связи на основе применения численных методов технической электродинамики. Необходимо было осуществить обзор существующих подходов по решению электродинамических задач. Решена задача рассеяния радиоволн на объектах, имеющих сложные формы в рамках метода интегральных уравнений. Создана программная реализация алгоритма. Предусмотрен способ, когда предотвращается уход алгоритмов синтеза в бесконечные или слишком долгие циклы. Как такой способ было выбрано явное задание максимального числа итераций в алгоритме. Процесс синтеза будет происходить до тех пор, пока не произойдет определение оптимальной реализации объекта, либо же пока алгоритмом не исчерпаются отведённые ему итерации. В ходе моделирования установлено максимально возможное число итераций.

Ключевые слова: рассеяние электромагнитных волн, интегральное уравнение, программа

ON MODELING MULTI-FREQUENCY SCATTERING SIGNALS AT OBJECTS

Vilyuga N.N.

Voronezh institute of high technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

The paper presents a study on the propagation of complex waveforms for wireless communication systems based on numerical methods of technical electrodynamics. It was necessary to review the existing approaches for the solution of electrodynamic problems. Solved the problem of scattering of electromagnetic waves by complex objects in the framework of the method of integral equations. Created a software implementation of the algorithm. Provides a way to prevent the synthesis algorithm in infinite or too long cycle. As this method was chosen explicitly specify the maximum number of iterations of the algorithm. Synthesis will occur until, until you find the optimal implementation of the object, or until the algorithm has exhausted the allotted number of iterations. During the simulation set the maximum number of iterations.

Keywords: electromagnetic wave scattering, integral equation, the program

В наши дни сетевые технологии являются одной из наиболее активно развивающихся областей науки и техники [1, 2]. Стремительный рост различного типа сетей передачи данных сопровождается появлением в них новых и более совершенных алгоритмов и методов передачи данных (протоколов, методов модуляции, кодирования и т.д.), изменением архитектуры сетей, что в итоге приводит к улучшению качества обслуживания абонентов.

Использование беспроводных сетей открывает еще большие возможности, недоступные проводным сетям – в первую очередь это мобильность.

Несмотря на относительно небольшой срок эксплуатации беспроводных сетей [3, 4] и принятые относительно недавно стандарты, регламентирующие передачу данных по беспроводной сети, такие сети находятся в стадии активного развития. На их стороне простота установки (интеграция с проводными сетями) и экономичность. Также, беспроводные сети предоставляют сервис в виде мобильного доступа для конечных клиентов, принципиально недоступный кабельным сетям.

Целью настоящей работы является проведение исследование распространение сигналов сложной формы в системе беспроводной связи [5–7] с использованием численных методов технической электродинамики.

Для того, чтобы достичь поставленную цель требуется решение таких базовых задач:

1. Обзор существующих подходов по решению электродинамических задач.

2. Решение задачи, связанной с рассеянием радиоволн на объектах, имеющих сложную форму в рамках метода интегральных уравнений.

3. Программная реализация алгоритма.

В зависимости от того, какой угол падения волн, когда они рассеиваются на больших (если сравнивать с длиной волны) телах могут появляться разные электромагнитные явления, например, связанные с бегущими и ползущими волнами, а также эффекты, относящиеся к дифракциям на поверхностях и ребре.

Возможность применения численных методов, например методов, относящихся к интегральным уравнениям, имеет ограни-

чения со стороны электрических размеров рассеивающих объектов, а методов, которые базируются на оптических подходах – сложностью форм объектов.

Гибридные методы, которые сочетают и численные, и высокочастотные асимптотические способы, существенным образом ведут к расширению класса анализируемых процессов рассеяния радиоволн, при этом разница между гибридными методами, по одну сторону, и асимптотическими и строгими, по другую, весьма условна.

Например, всегда классифицируемый как асимптотический метод физической оптики по своей сути является гибридом строго интегрального представления электромагнитного поля и геометрооптического приближения для тока на рассеивателе.

В гибридных методах с точки зрения первого приближения, полный объект аппроксимируют на основе множества канонических (характерных) элементов, а в целом решение задачи рассеяния получают как сумму известных решений по отдельным элементам.

Основное преимущество указанного подхода состоит в том, что эффекты рассеяния на больших (по отношению к длине волны) объектах можно аппроксимировать, не используя сложных расчетов.

Главный его недостаток заключается в том, что большей частью он может учесть только рассеянные волны по нулевому («зеркальному») и первому порядкам и идет пренебрежение эффектами взаимодействия по различным рассеивающим элементам.

Для того, чтобы было можно преодолеть такой недостаток можно применять два подхода. Проведение более точного учета по дифракционным эффектам на ребрах и искривленных поверхностях объектов на базе аналитических средств, которые разработаны вследствие обобщения способов классической оптики и применение геометрической и физической теорий дифракции.

Второй подход основывается на применении к задачам о рассеянии электромагнитных излучений способа интегральных уравнений, применяющего теорию линейных пространств и ортогональных проекций.

Можно дать формулировку общих необходимых условий с тем, чтобы гибридные методы могли сохранять эффективность по всем типам сложных рассеивающих тет.

Сущность их в следующем: справедливость высокоточных «исходных» решений должна быть для всех областей, где их применяют в гибридных методах; низкочастотная область (область где применяют метод моментов) должна быть приблизительно на 1/2 от краев поверхностей или от границ раздела участков где непрерывен материал объектов; гибридный метод обеспечивает наилучшие результаты, когда анализируются характеристики рассеяния больших с точки зрения электрического смысла объектов.

Отметим также, что с применением характеристик рассеяния для объектов тех частот, которые заданы, в падающих электромагнитных волнах (полученных при математическом моделировании или экспериментальными методами) возможно прогнозирование значений радиолокационных характеристик в диапазоне частот. Причем это возможно как для идеально проводящих объектов, так и для объектов, содержащих на своей поверхности диэлектрические материалы.

Мы рассматриваем в беспроводной сети [8, 9] антенны в виде двумерных цилиндров. В связи с тем, что характеристики рассеяния системы изменяются непропорционально тому, как изменяются ее геометрические характеристики, нами использовался метод интегральных уравнений при решении задачи рассеяния электромагнитных волн для двухчастотного воздействия.

Мы предусмотрели способ предотвращения ухода алгоритма синтеза в бесконечный или слишком долгий цикл. В качестве подобного способа было выбрано явное задание максимального количества итераций алгоритма.

Процесс синтез происходит до тех пор, пока не будет определена область оптимальной реализации объектов, или пока алгоритме не кончится заданное число итераций. Как результат для второго случая, будет выбираться последний вариант в реализации объектов.

На основе созданного программного продукта проводилось моделирование, было установлено, что для объектов, размеры которых не превышали 15 длин волн, достаточно было не более 100 итераций при решении задачи.

Вывод. В данной работе мы на основе алгоритма анализа компьютерной сети создали программный продукт, позволяющий проводить моделирование.

Список литературы

1. Преображенский А.П. Методика прогнозирования радиолокационных характеристик объектов в диапазоне длин волн с использованием результатов измерения характеристик рассеяния на дискретных частотах / А.П. Преобра-

женский, О.Н. Чопоров // Системы управления и информационные технологии. – 2004. – Т. 14; № 2. – С. 98–101.

2. Львович И.Я. Расчет характеристик металлодиэлектрических антенн / И.Я. Львович, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1; № 11. – С. 26–29.

3. Косилов А.Т. Методы расчета радиолокационных характеристик объектов / А.Т. Косилов, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1; № 8. – С. 68–71.

4. Милошенко О.В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / О.В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 60–62.

5. Львович Я.Е. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Я.Е. Львович, И.Я. Львович, А.П. Преображенский, С.О. Головинов // Телекоммуникации. – 2010. – № 11. – С. 2–6.

6. Чопоров О.Н. Анализ затухания радиоволн беспроводной связи внутри зданий на основе сравнения теоретических и экспериментальных данных / О.Н. Чопоров, А.П. Преображенский, А.А. Хромых // Информация и безопасность. – 2013. – Т. 16; № 4. – С. 584–587.

7. Львович Я.Е.Исследование метода трассировки лучей при проектировании беспроводных систем связи / Я.Е. Львович, И.Я. Львович, А.П. Преображенский, С.О. Головинов // Информационные технологии. – 2011. – № 8. – С. 40–42.

8. Милошенко О.В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / О.В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 60–62.

9. Баранов А.В. Проблемы функционирования mesh-сетей / А.В. Баранов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 49–50.

УДК 004.4:796

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ СПОРТСМЕНА

Гаврилов А.В.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

В данной работе анализируются возможности использование мультимедиа-технологий для создания обучающих программ. Отмечается, что обучающие программы могут быть четырех видов – тренировочные и контролирующие; наставнические; имитационные и моделирующие; в виде развивающих игр. Предлагается использовать мультимедиа-технологий технологии при обучении спортсменов. Указаны системные требования к программе. В программе выделено несколько фреймов. Выделяются типы телосложения в программе: эктоморф; мезоморф; эндоморф. В верхней части фрейма с упражнением схематично показаны мышцы, которые задействуются во время выполнения этого упражнения. Справа подробно расписано, что это за мышцы, и как именно они работают в момент выполнения упражнения. Помимо того, что могут быть показаны советы при выполнении упражнений, есть возможности для просмотра видеороликов.

Ключевые слова: обучающая программа, спортсмен, мультимедиа-технологии, соревнование

DEVELOPMENT OF TRAINING PROGRAM FOR THE ATHLETE

Gavrilov A.V.

Voronezh institute of high technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

This paper analyses the possibility of using multimedia technologies to create educational programs. It is noted that the training programme can be four types of training and supervising; mentoring; simulation and modeling; in the form of educational games. It is proposed to use multimedia technology in the training of athletes. The system requirements for the program are pointed out. The programme highlights several frames. Stand out the body types in the program: ectomorph; mesomorph; endomorph. At the top of the frame with the exercise muscles are outlined that are utilized during this exercise. On the right in detail, it is shown what are these muscles and how they work at the time of exercise. In addition, it can be shown tips when you exercise, and there are opportunities to view the videos.

Keywords: training program, athlete, multimedia technology, competition

Для современного постиндустриального общества роль информационных технологий является чрезвычайно важной, они имеют в настоящее время центральное место в процессах интеллектуализации обществ, в том, что идет развитие их систем образования и культуры. Вследствие их широкого использования в самых разных областях деятельности людей можно отметить целесообразность того, чтобы скорейшим образом ознакомиться с ними, причем с ранних шагов обучения и познания.

Использование технологий мультимедиа [1, 2] в образовательных сферах множества развитых западных стран происходит довольно успешным образом: применение видеоэнциклопедий; интерактивных путеводителей; тренажеров; ситуационно-ролевых игр; электронных лекториев; персональных интеллектуальных гидов для разных научных дисциплин, которые являются обучающими системами с применением технологий искусственного интеллекта [3]; исследовательского обучения при моделировании изучаемых процессов в аналоговых или абстрактных формах; систем самотестирования знаний обучающихся; осуществление моделирования ситуаций до уровней полного погружения – виртуальной реальности (для того, чтобы изучить язык – проведение моделирования деловых переговоров на иностранном языке, проведение моделирования положения на бирже, когда изучаются экономические вопросы и т.д.).

Использование обучающей программы не может обеспечить замену человека-преподавателя, но при этом можно не только можно сделать дополнение и усовершенствование деятельность преподавателей, а в определенных областях, где идет развитие самостоятельности, творческого мышления, такая программа играет уникальную роль [4], ее мы на настоящий момент не сможем понять в полной мере.

Обобщая вышеизложенное, мы можем отметить, что проблема формирования обучающих программ или курсов в области физкультурного образования является актуальной.

Цель и задачи данной работы:

– Изучить основные понятия о компьютерных обучающих системах;

– Определить общую структуру системы, обучающей общей физической подготовке;

– Разработать программу для демонстрации физических упражнений спортсменам.

В качестве основания для того, чтобы проводить классификацию, можно рассма-

тривать особенности учебной деятельности обучающихся, когда они работают с программами. Большим числом авторов отмечается четыре вида в обучающих программах:

- тренировочная и контролирующая;
- наставническая;
- имитационная и моделирующая;
- развивающая игра.

Программа 1-го вида (тренировочная) предназначена для того, чтобы закреплять умения и навыки. Мы предполагаем, что уже прошло изучение теоретического материала. Такая программа в случайной последовательности предлагает обучающемуся вопросы и задачи и идет подсчет количества тех задач, которые правильно и неправильно решены (если получен правильный ответ, то может быть выдана поощряющая обучающегося реплика). Если ответ неправильный обучающийся может получить помощь как подсказку.

Программа 2-го вида (наставническая) предлагает обучающимся теоретический материал для того, чтобы они его изучили. Задачи и вопросы в такой программе необходимы, чтобы был организован человеко-машинный диалог, для того, чтобы было управление ходом обучения. Например если ответы, которые дает обучающийся, являются неверными, в программе может быть «откат назад» для того, чтобы осуществить повторное изучения теоретических материалов.

Программа 3-го вида (моделирующая) базируется на том, что, в первую очередь, есть графически-иллюстративные возможности компьютера, и, во вторую, вычислительные, позволяющие проводить компьютерные эксперименты. Подобные программы дают для обучающихся возможности наблюдения на экранах дисплеев некоторых процессов, влияя на их ход за счет подачи команд с клавиатуры, которые меняют значения параметров.

Программа 4-го вида (игра) предоставляет в распоряжение обучающегося некоторые воображаемые среды, существующие лишь в компьютере миры, наборы определенных возможностей и средств, позволяющих проводить их реализацию. Применение средств для реализации возможностей, которые предоставляет программа, касающихся изучения мира игр и работой в этом мире, ведет к развитию обучаемых, у них формируются познавательные навыки, они самостоятельным образом открывают закономерности, отношения объектов действительности, которые имеют большое значение.

Широкое распространение имеют обучающие программы [5, 6], относящиеся к первым двух видам, поскольку они относительно не очень сложные, есть возможности унификации, когда разрабатываются многие блоки программ. Если программа 3-го и 4-го вида требует, чтобы была большая работа программистов, психологов, специалистов в сфере изучаемых предметов, педагогов-методистов, то технологии формирования программ 1-го и 2-го видов в существующих условиях сильно упростились при появлении инструментальных средств или наполняемых автоматизированных обучающих систем (АОС).

Программа «Менеджер для спортсмена» предназначена для работы в операционных системах семейства Windows, таким образом ее можно успешно использовать и в настольных системах, и на планшетных компьютерах. Программа хорошо оптимизирована, поэтому ее будет удобно использовать практически на любых конфигурациях «аппаратного обеспечения». Конкретные системные требования программы указаны в таблице.

Системные требования к программному продукту

	Системные требования
ОС	Windows 7, Windows 8, Windows 10
ОЗУ	2 ГГб
Процессор	2,6 ГГц
Видеокарта	1 ГГб
Устройства ввода	Клавиатура, мышь

«Менеджер для спортсмена» – программа для людей, которые хотят выполнять физические упражнения и повышать общий уровень своей физической подготовки. Она спроектирована и разработана таким образом, чтобы участники могли легко смотреть технику выполнения того или иного упражнения, следить за тем, сколько калорий сжигается в ходе этих упражнений, а так же зарабатывать достижения. Система достижений – одно из преимуществ « Менеджера для спортсмена « перед другими подобными программами. Эта система вносит в занятие физическими упражнениями черту конкуренции, стимулируя участников соревноваться между собой.

Программа разбита на 10 фреймов:

1. Главное окно
2. Участники
3. Новый участник
4. Телосложение

5. Выбор аватара
6. Упражнение
7. Логин
8. Видеотека
9. Инфо участника

Каждый фрейм содержит свой код. Некоторые фреймы могут запускать другие фреймы (например, фрейм «Логин» может запустить фрейм «Новый участник», где пользователь сможет зарегистрироваться).

При первом запуске программы вы увидите главное окно и окошко с предложением войти в программу под своей учетной записью.

Если у вас уже есть своя учетная запись, вы можете заполнить поля «Имя» и »Пароль» и нажать клавишу «Enter» либо щелкнуть по кнопке «Войти». Если у вас еще нет своей учетной записи, щелчок на кнопке «Регистрация» откроет фрейм «Новый участник».

В нем необходимо заполнить поля «Имя» и »Пароль», указать свой возраст, рост и вес, а также тип вашего телосложения. Выбор типа телосложения вынесен в отдельный фрейм для того, чтобы ввести пользователя в курс дела о том, какие бывают типы телосложения.

Каждый тип телосложения сопровождается пояснением и картинкой. Всего типов телосложения в программе учитывается три:

– Эктоморф;
– Мезоморф;
– Эндоморф.

Для того, чтобы подробнее узнать о типах телосложения, щелкните по ссылке внизу окошка, и вы перейдете в раздел «Видеотека», где можно посмотреть наглядный видеоролик, посвященный типам телосложения.

Указанный вами тип телосложения, а также возраст, рост и вес, будут учитываться при расчете калорий, потраченных при выполнении упражнений.

В программу был введен такой элемент пользовательского интерфейса, как аватар. Это было сделано для того, чтобы программа выглядела более привлекательно, и пользоваться ей было приятно. Для того, чтобы выбрать аватар, щелкните по кнопке «Изменить», расположенной под изображением боксерских перчаток на фрейме «Новый участник». Откроется фрейм «Выбор аватара» с доступными для выбора аватарами. Если вы хотите выбрать в качестве аватара свою собственную картинку, то скопируйте нужную картинку в папку «Avatars», которая находится внутри папки с программой «Менеджер для спортсмена». Программа поддерживает следующие форматы картинок:

• PNG
• JPG
• GIF
• BMP

Добавленные вами в папку «Avatars»изображения появятся на фрейме «Выбор аватара». Количество таких изображений не ограничено. Щелкните двойным щелчком – и аватар будет выбран.

Чтобы завершить регистрацию, щелкните на кнопку «Сохранить». Вход в учетную запись сразу же после регистрации выполняется автоматически. Краткую информацию об учетной записи, в которую в данный момент выполнен вход, всегда можно получить, если навести указатель мышки на стрелочку в левом верхнем углу. Вниз выползет мини-панель с именем учетной записи и статистикой занятий.

Если потребуется сменить участника, то перезапускать программу не требуется. Для этого нужно лишь выбрать пункт меню «Сменить участника», расположенный в верхней части программы. При выборе этого пункта меню произойдет вызов фрейма «Логин», и новый участник сможет выполнить вход в существующую учетную запись, либо создать новую.

Чтобы посмотреть список всех участников, зарегистрированных в программе, выберите пункт меню «Участники». Вы перейдете на одноименный фрейм, и увидите список участников с краткой информацией о них.

Для получения более подробной информации о любом участнике, нужно выполнить двойной щелчок по выбранному участнику.

В окошке информации об участнике показаны его возраст, рост, вес и тип его телосложения, указанные при регистрации; его статистика, выраженная в количестве упражнений, потраченных калорий и заработанных достижений.

Выбрав пункт меню «Упражнения» можно перейти непосредственно к основной части программы. Откроется фрейм «Упражнения», где будет выведен список всех упражнений, которые есть в программе.

Выберите подходящее упражнение и выполните двойной щелчок. Запустится фрейм с выбранным упражнением.

В верхней части фрейма с упражнением схематично показаны мышцы, которые задействуются во время выполнения этого упражнения. Справа подробно расписано,

что это за мышцы, и как именно они работают в момент выполнения упражнения.

Под описанием мышц идет описание: на кого это упражнение рассчитано, сколько нужно выполнить сетов и по сколько повторений, а также когда именно это упражнение нужно выполнять. Ниже очень подробно рассказывается о том, для чего это упражнение и как оно действует на мышцы.

Щелкнув по кнопке «Показать советы», вы увидите много советов о том, как правильно выполнять это упражнение и каких ошибок не делать во избежание травм.

Вернувшись на страницу общей информации, вы можете, щелкнув на кнопке «Перейти к технике выполнения», перейти на страницу, где подробно и пошагово расписана техника выполнения этого упражнения. Описание шагов переключается автоматически по таймеру, но этот таймер можно поставить на паузу и вручную переключать шаги.

Когда вы закончите упражнение, выполнив заданное количество сетов и повторений, щелкните по кнопке «Закончить упражнение». Будет произведен расчет потраченных калорий в соответствии с вашим типом телосложения, ростом и весом, а так же проверено, не заработали ли вы какое-нибудь достижение.

Последний фрейм в программе – это Видеотека. Перейти к ней вы можете через пункт меню с соответствующим названием. Здесь можно посмотреть видеоролики, которые демонстрируют технику выполнения упражнения, либо познавательные видеоролики об общей физической подготовке.

Разработанная программа позволяет комфортно и успешно повышать уровень своей физической подготовки, вести учет занятий и соревноваться с другими участниками.

Вывод. Проведение обучающих программ требует не только, чтобы были глубокие знания в определенных предметных областях, но и знания об учебных процессах и обучающихся. Мировой опыт убедительным образом демонстрирует, что даже опытными практическими работниками, которые прошли специальную подготовку, иногда составляются весьма плохие обучающие программы, при использовании которых получаются результаты, которые весьма хуже, чем при традиционном обучении [7–9].

В работе мы рассмотрели основные понятия, связанные с компьютерными обучающими программах, их достоинства и недостатки, и на основе изученного материала создали подсистему обучения спортивным упражнениям, в которой свели возможность появления педагогических проблем к минимуму и аккумулировали эффективные стороны обучающих систем.

Список литературы

1. Сыщикова Д.С. О возможностях использования мультимедийной техники в образовательном процессе / Д.С. Сыщикова // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 111–112.

2. Преображенский Ю.П. Медиакомпетентность современного педагога / Ю.П. Преображенский, Н.С. Преображенская, И.Я. Львович // Среднее профессиональное образование. – 2013. – № 12. – С. 43–45.

3. Преображенский Ю.П. Оценка эффективности применения системы интеллектуальной поддержки принятия решений / Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. – № 5. – С. 116–119.

4. Кудрина О.С. О проблемах медиаобразования / О.С. Кудрина // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 72–73.

5. Львович И.Я. О характеристиках обучающих систем / И.Я. Львович, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 11. – С. 179–180.

6. Зяблов Е.Л. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования / Е.Л. Зяблов, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. – № 5. – С. 024–026.

7. Гуськова Л.Б. О построении автоматизированного рабочего места менеджера / Л.Б. Гуськова // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 106.

8. Зяблов Е.Л. Построение объектно-семантической модели системы управления / Е.Л. Зяблов, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 029–030.

9. Львович Я.Е. Системно-деятельностный подход к процессу управления функционирования и развития вуза / Я.Е. Львович, И.Я. Львович, В.Г. Власов, В.Н. Кострова // Инновации. – 2003. – № 3. – С. 34–42.

УДК 621.396

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Казаков Е.Н.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

Проводится сравнительный анализ прямых и обратных электродинамических задач. В статье осуществляется разработка математической модели для решения обратной электродинамической задачи. Рассматривался объект с поглощающей компонентой. Решение задачи базировалось на том, что есть связь макропараметров, которые относятся к поглощающим компонентам и координат, которые описывают их расположение на поверхностях тел, а также магнито-диэлектрических характеристик веществ. В результате решения определялись параметры поглощающей компоненты. В качестве метода оптимизации использовался метод сеток, в котором последовательным образом уменьшалась область определяемых значений, для внутренней области каждого из участков на сетке применялся метод, лающий возможности для проведения локальной оптимизации – метод хорд. Приведен пример рассчитанной диаграммы обратного рассеяния объекта.

Ключевые слова: электродинамика, обратная задача, оптимизация, моделирование, электромагнитная волна.

THE APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELING TO DETERMINE THE PARAMETERS OF ELECTRODYNAMIC MATERIALS

Kazakov E.N.

Voronezh institute of high technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

A comparative analysis of direct and inverse electrodynamic problems is carried out. In this paper we develop a mathematical model for solving the inverse electrodynamic problems. the object with the absorbing component is considered. The decision task was based on the fact that there is a link of the macro parameters that refer to absorbing components and the coordinates that describe their location on the body surfaces and magneto-dielectric properties of substances. The result of the decision determines the parameters of the absorbing components is obtained. As a method of optimization grid method was used, in which a consistent image of reduced area defining values for the inner region of each of the areas on the grid we have used the barking of the ability to conduct local optimization – the method of chords. An example of the calculated back scattering object was shown.

Keywords: electrodynamics, inverse problem, optimization, modeling, electromagnetic wave

При проведении решения многих проблем, которые возникают в радиотехнике, электро- и радиосвязи, радиофизике и других научно-технических отраслях, требуется обладать информацией о том, какая структура электромагнитных полей в рассматриваемых частях пространств.

Среди таких проблем можно выделить, например, разработку излучающих систем (в антенных структурах) и увеличение их помехозащищенности, создание электромагнит-ной совместимости в радиотехнических устройствах и системах, проведение разработки разных линий передачи энергии и различные другие. При расчете электромагнитных полей в каждых конкретных случаях необходимо решать соответствующие электродинамические задачи.

Учеными выделяются два вида задач электродинамики, их называют прямыми и обратными задачами.

В прямых электродинамических задачах (их могут называть еще и задачами, направленными на анализ) заключаются в том, что определяется электромагнитное поле, которое формируется в рассматриваемых частях пространств при воздействии известных (заданных) источников.

В обратных электродинамических задачах (во многих случаях их рассматривают как задачи синтеза) состоят при определении системы источников, которые формируют электромагнитные поля, обладающие необходимой (заданной) структурой.

Появляющиеся в практической деятельности электродинамические задачи во многих случаях довольно сложны, и получать их решения удается только после того, как введен ряд упрощающих предположений. В этой связи на практике всегда вместо реальных задач рассматривают определенную модельную задачу, в которой в какой-то мере идет отражение реальной ситуации.

Во многих случаях исходные задачи удается разбить на совокупность более простых, в каждой из которых можно учитывать один или несколько тех факторов, которые влияют.

Наиболее известной и широко изученной обратной задачей является задача, связанная с определением характеристик объектов по их электромагнитным излу чениям,

говорят о так называемой пассивной локации.

Не менее распространенными являются задачи в которых необходимо проводить восстановление параметров объектов по отраженным излучениям – задачи, связанные с активной локацией.

Указанный класс задач тоже представляет заметный интерес и его изучили достаточно хорошо.

В простейших случаях, под локацией понимают задачи, связанные с нахождением расстояний до источников и направлений от него до наблюдателей. Для более сложных случаев, задача локации заключается в том, что определяется форма источника и определяются его электрофизические свойства.

В предлагаемой вниманию статье мы анализируем методику, связанную с тем, что проводится оценка макропараметров, относящихся к поглощающим компонентам. Такие компоненты располагают на поверхности тел, со сложной формой.

Определение значений макропараметров происходит основываясь на том, что известны данные по измерений рассеивающих характеристик тел по заданным углам наблюдения.

Значения исследуемых измеряемых величин определяется, (если не принимать во внимание ошибки, связанные с измерениями) большей частью тем, какие рассматриваются условия наблюдения (частотные, поляризационные особенности, описывающие процесс передачи информации, распространения радиоволн), при этом еще необходимо понимать, какими топологическими и радиофизическими свойствами описываются анализируемые объекты [1, 2].

Для измеренных величин S (мы можем, например, проводить анализ зафиксированных значений электромагнитных полей, которые меняются по углу наблюдения) на базе формального подхода есть возможности представления их как результат вывода какого-либо оператора S: $S\{Y,W[F,R(G,P)]\}$, в приведенной формуле Y – дает описание совокупности значений по тензору анализируемых условий, T – позволяет описать характеристики, связанные отражениями от тел радиоволн, они основываются на геометрических формах F, а также макропараметрах, описывающих поглощающие компоненты, размещаемых на поверхностях тел.

Существует связь макропараметров, относящихся к поглощающим компонентам и координат, описывающих их расположение на поверхностях тел, а также магнито-диэлектрических характеристик веществ [3, 4].

Нам необходимо осуществить процесс решения обратной задачи, что связано с оценкой элементов в конечном множестве P, причем мы используем информацию об S. Важно построить алгоритм, который позволит провести минимизацию функции невязки A, она показывает зависимость между математической моделью в расчетах S и измеренной характеристикой S_0:

$$P = \min_{\Delta} A\left\{S_0(Y), S\left\{T, Q\left[F\right]\right\}\right\}, \quad (1)$$

В приведенном выражении Δ представляет собой пространство, содержащее возможные значения элементов, которые есть в множестве P.

С тем, чтобы дать описание оператора S в (1), требуется привлекать математическую модель, позволяющую провести описание процесса, связанного с рассеянием радиоволн на телах со сложной формой. Нами для расчета характеристик рассеянных радиоволн был рассмотрен метод интегральных уравнений.

Для функции невязки использовалось такое представление:

$$A = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left|E_i - E_{0i}\right|, \quad (2)$$

В нем E_{0i} – представляет собой определенное (полученное в результате измерений) значение для величины электромагнитного поля анализируемого тела (S_0), E_i – представляет собой теоретическую оценку (вследствие применения оператора S).

Когда решается задача, связанная с тем, что минимизируется A важно использовать методики, относящиеся к нелинейному программированию, вследствие того, что создаваемая функция будет иметь много экстремумов. С тем, чтобы осуществить решение такой задачи, был применен метод сеток [5], в нем последовательным образом уменьшалась область определяемых значений.

Во внутренней области каждого из участков на сетке применялся метод, позволяющий провести локальную оптимизацию – метод хорд [5].

Когда проводилась оценка возможностей созданной методики, нами была рассмотрена модельная задача, в ней определялись параметры поглощающей компоненты, ее мы рассматривали в виде однородного магнитодиэлектрического слоя, характеризующегося толщиной g (рис. 1).

В результате проведения машинного эксперимента, на базе метода интегральных уравнений осуществлялся расчет диаграмм обратного рассеяния (ДОР) анализируемых тел.

Поля, рассеянные телами со сложной формой, определялись исходя из приближения Стрэттона-Чу [6–8]:

симумы для тех углов, которые $\theta \in [0°, \theta_{max}]$. Мы рассмотрели значение $\theta_{max}=28°$, исходя из того, что указанный угол относится к области, связанной с зеркальным отражением..

Процесс моделирования проводился для резонансных размеров тел:

$$1\lambda < a,b,c,d,e,f < 9\lambda,\ g=0{,}05\lambda.$$

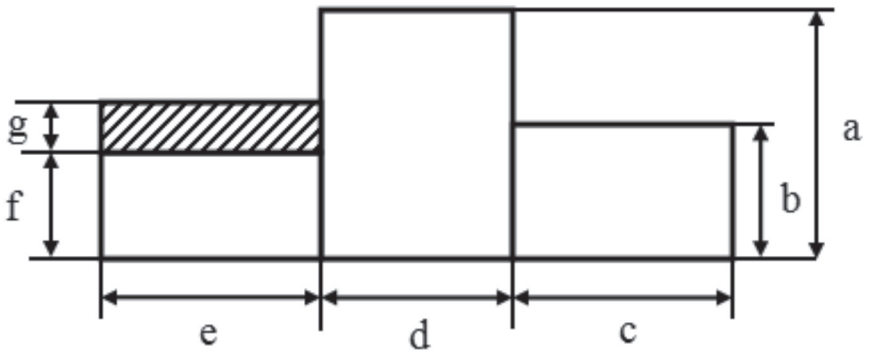


Рис. 1. Схема рассеяния радиоволн на объекте сложной формы с поглощающей компонентой

Когда рассматривалась поглощающая компонента, то мы исходили из того, что она описывается на основе комплексной диэлектрической проницаемости $\dot{\varepsilon} = \varepsilon' - j\varepsilon''$, а также действительной неотрицательной магнитной проницаемости μ.

Мы исходили из того, что значения, относящиеся к магнитной и диэлектрической проницаемости лежат во внутренней области интервала $\varepsilon', \varepsilon'', \mu \in (0; 40)$.

Мы можем считать, что это хорошо согласуется с анализом относительно разных видов радиопоглощающих материалов, которые приводятся в различных источниках. Процесс моделирования проводился для длины волны, которая была равна λ=0,05 м.

В процессе решения задачи, нами проводился выбор некоторого значения m, которое лежит в указанном интервале и осуществлялось решение задачи оптимизации, которая основывалась на определении значений $\varepsilon', \varepsilon''$. После определения значений $\varepsilon', \varepsilon''$, требуется проводить решение одномерной задачи оптимизации, в ней определялось значение m, которое относится к внутренней области указанного интервала.

При расчете *Q*, важно осуществить суммирование по индексу *i* для таких углов, которые описывают значения локальные мак-

Основываясь на рассматриваемом подходе, мы провели расчеты оценок относительно характеристик поглощающих компонентов.

Мы показали, что если размеры сетки равны 115×115, тогда когда рассматривается сформулированная двумерная оптимизационная задача значения ε′ и ε″, по 1 шагу, определены с ошибкой, не превышающей 42 %. Значения ε′ и ε″, найденные на 2 шаге (когда сужается вдвое область, внутри которой лежат возможные значения ε′ и ε″) описывались ошибкой, не превышающей 7 %.

На рис. 2 приведены графические зависимости, показывающие поведение ДОР используемой нами модели [9, 10], в которую могла входить поглощающая компонента.

Была также рассмотрена задача, для модельных компонент, в которых комплексная магнитная проницаемость $\dot{\mu} = \mu' - j\mu''$ и действительная диэлектрическая проницаемость ε>0. Мы исходили из того, что значения указанных параметров относятся к внутренней области интервала $\mu', \mu'', \varepsilon \in (0; 40)$. Проводился анализ для длины волны, которая была равна $\lambda=\lambda_0=0.05$ м.

Процесс определения μ', μ'', а также e проходил таким же образом, как это было указано выше – вначале решалась двумерная задача оптимизации, а затем – одномерная.

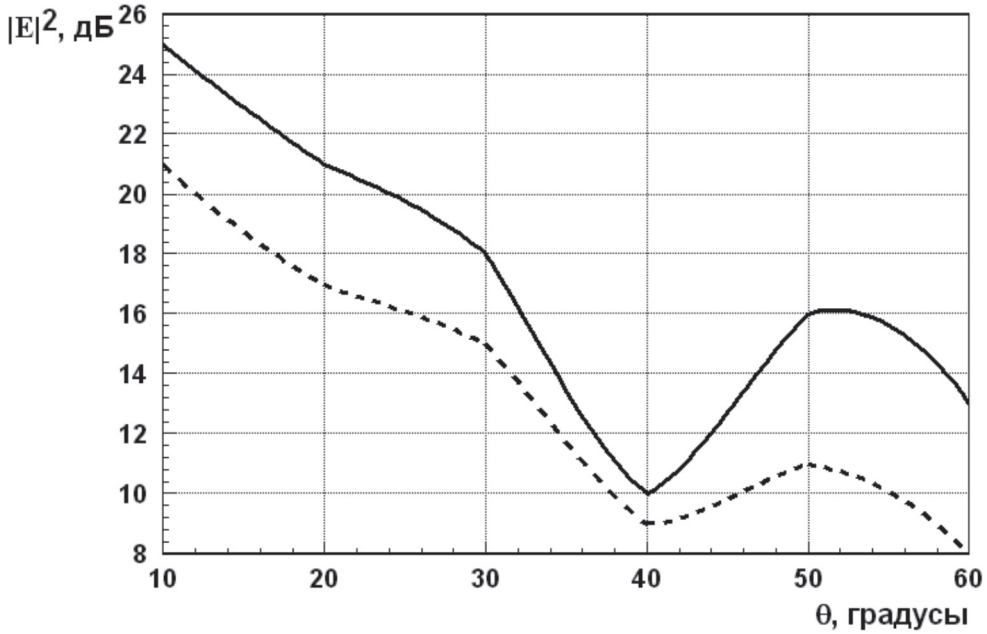


Рис. 2. Диаграмма обратного рассеяния объекта:
1 – без поглощающей компоненты, 2 – с поглощающей компонентой

Мы показали, что если размеры сетки будут 115×115, то при решении сформулированной двумерной оптимизационной задачи те значения μ' и μ'', которые были найдены для 1 шага, имеют ошибкой, не превышающую 41%. Те значения μ' и μ'', которые были найдены на 2 шаге, имели ошибку не превышающую 7%.

В результате, проанализированный подход, в котором решалась обратная задачи дифракции на основе метода интегральных уравнений, а также алгоритмов, которые позволяли решать многоэкстремальные оптимизационные задачи, позволяет рассчитать оценки параметров поглощающих компонент, которые размещены на поверхностях тел со сложной формой.

При этом в качестве исходных данных используются экспериментальные данные для угловых зависимостей ДОР.

Вследствие применения нескольких поглощающих компонент, которые имеют определенные параметры, есть возможности для обеспечения необходимых уровней рассеянных электромагнитных полей.

Список литературы

1. Косилов А.Т. Восстановление радиолокационных изображений объектов с использованием методов радиоголографии / А.Т. Косилов, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 79–81.

2. Преображенский А.П. Построение радиолокационных изображений объектов / А.П. Преображенский, Ю.П. Хухрянский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 20–23.

3. Преображенский А.П. О применении комбинированных подходов для оценки характеристик рассеяния объектов / А.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2014. – № 12. – С. 69–70.

4. Преображенский А.П. Моделирование характеристик рассеяния объектов, в состав которых входят кромки / А.П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2 (13). – С. 7.

5. Милошенко О.В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / О.В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 60–62.

6. Самойлова У.А. Анализ сложных электродинамических объектов на основе параллельных вычислений / У.А. Самойлова // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–2. – С. 55–56.

7. Щербатых С.С. Метод интегральных уравнений как основной способ анализа в САПР антенн / С.С.Щербатых // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1 (12). – С. 10.

8. Ашихмин А.В. Итерационный алгоритм решения задач дифракции электромагнитных волн в частотной области / А.В. Ашихмин, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 38–40.

9. Казаков Е.Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети wi-fi / Е.Н. Казаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016.– № 1 (12). – С. 13.

10. Ерасов С.В. Проблемы электромагнитной совместимости при построении беспроводных систем связи / С.В. Ерасов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 137–143.

УДК 621.396

ПРИМЕНЕНИЕ ИТЕРАЦИЙ В РАСЧЕТНОМ МЕТОДЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Панкова В.А.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

Данная работа посвящена разработке алгоритма, базирующегося на применении итераций в методе расчета характеристик рассеяния объектов. В объектах происходит выделение периодической часть, в которой используется итерационный подход. В качестве базового метода оценки характеристики рассеяния электромагнитных волн применялся метод интегральных уравнений. При проведении математического моделирования мы установили, что требуется рассмотрение только небольшого количества членов по разложению в матрице импедансов. Использование итерационного подхода позволяет заметным образом уменьшить время расчетов – в несколько раз. Был определен сектор углов наблюдения, в котором наиболее эффективным образом работает рассматриваемый подход. Дан пример угловой зависимости рассеянной мощности комбинированного объекта, которая была рассчитана на основе метода интегральных уравнений и метода, использующего итерации.

Ключевые слова: рассеяние радиоволн, интегральное уравнение, моделирование, итерация.

THE USE OF THE COMBINED OF METHODS FOR CALCULATING ELECTRODYNAMIC CHARACTERISTICS

Pankova V.A.

Voronezh institute of high technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

This paper is dedicated to the development of an algorithm based on the use of iterations in the method of calculation of scattering characteristics of objects. In the object highlighted is the periodic part, which uses the iterative approach. As the basic valuation method characteristics of scattering of electromagnetic waves using the method of integral equations. When conducting mathematical modeling, we found that required consideration of only a small number of members of the decomposition in the matrix of impedances. Using the iterative approach allows the visible image to reduce the computation time by several times. Identified a sector of angles, which are most effectively working of the approach. An example of the angular dependence of the scattered power of the combined object, which was calculated based on the method of integral equations and method that uses iteration.

Keywords: **scattering of radio waves, integral equation, simulation, iteration**

Задачи, связанные с обработкой рассеянных радиосигналов, в существующих условиях имеют много практических приложений. Для тех, объектов, на которые идет падение радиосигналов, имеющих разные частоты, можно указать то, что существуют характерные отражательные возможности.

Появляются проблемы, определяемые тем, каковы особенности распознаваний рассеянных электромагнитных волн (происходят процессы их классификации, различения), то есть исследователями может проводиться перенесение наблюдаемых объектов к заданным классам и типам.

Для задач, направленных на распознавание радиосигналов, можно отметить то, что есть схожие черты по сравнению с подобными сложными задачами, которые касаются распознавания изображений.

Основываясь на этом, мы можем осуществлять соответствующие аналогии, связанные с тем, что идет автоматизация распознавания симптомов в медицинских сферах и в сферах, относящихся к распознаванию радиосигналов. При процессах распознавания образов, есть возможности осуществлять комбинацию радиоинформации с данными, которые были получены относительно других диапазонов частот.

В связи с тем, что наблюдается повышенный интерес к анализируемой теме, появляются вопросы относительно того, на базе каких принципов проводить разработки по эффективным алгоритмам, которые касающихся расчетов и прогнозирования радиоволн, которые рассеиваются на сложных объектах.

В качестве достоинства метода интегральных уравнений можем считать то, что на основе компьютерных экспериментов во многих случаях есть возможность замены натурных, при адекватном формировании совокупностей соответствующих моделей.

Данные есть возможность применять не только когда проводится анализ решений относительно прямых задач, но и в тех случаях, если осуществляются исследования, направленные на обратные задачи, то есть, когда идет определение формы объектов или отражающих характеристик для их соответствующим поверхностей.

Когда решаются задачи, которые связаны с процессами распространения радиосигналов по каналам связи, требуется, что-

бы большое внимание уделялось тому, как происходит изменение в информационных параметрах сигналов, так как это направлено на задачи, для них идет стремление к тому, чтобы максимальным способом обеспечить сохранение информации, которая будет переноситься сигналами.

Для тех случаев, когда информацию закладывают в форму сигналов (обычно эта форма достаточно простая), то в задачах, в которых целью является обеспечение сохранения информации, стремятся к тому, чтобы обеспечить сохранение формы (или спектральных составляющих) сигналов.

В качестве основной задачи при проведении исследования дифракции можно считать расчет амплитуд, фаз и поляризаций полных полей в виде функций, имеющих аргументами геометрические и материальные параметры, характеризующие заданные конфигурации источников и препятствий, а также в виде функций переменных во времени напряжений или токов в источнике.

Аналитическим образом подобная задача является неразрешимой, кроме тех некоторых случаев, когда форма и характеристики препятствия-источника являются особенно простыми.

В некоторых случаях на практике иногда можно ограничиться только простейшими случаями, когда препятствия достаточно удалены от источников, таким образом, что падающее поле рассматривается как известная величина, не зависящая от препятствий. Помимо этого, обычно нет необходимости в том, чтобы обладать всей информацией о полных или рассеянных полях.

Во многих случаях достаточно знать, в качестве примера, то, какая полная рассеянная мощность или амплитуда электрического поля в определенных направлениях.

На основе отраженного поля в первую очередь есть возможности для обнаружения объекта, также определяются некоторые свойства объектов: положения и ориентации в пространстве, скорость движения и форма (задача распознавания).

Вследствие того, что есть аналитическая неразрешимость в большинстве дифракционных задач, довольно часто применяют приближенные методы. Среди них один из самых распространенных – метод поверхностных токов, говорят также о методе интегрального уравнения, его, вообще говоря, можно считать как строгий метод, поскольку ошибку в получаемом решении всегда можно оценить.

В некоторых случаях при моделировании рассеяния радиоволн на объектах, имеющих сложную форму, существуют возможности для уменьшения времени расчетов за счет использования соответствующих методов [1].

В данной работе проводится исследование возможностей использования итеративного алгоритма [2].

При моделировании нами был рассмотрен двумерный случай. Процесс дифракции радиоволн на сложном объекте описывается при помощи двумерного интегрального уравнения Фредгольма 1-го рода [3, 4].

Для уравнения Фредгольма 1-го рода мы можем записать такое выражение:

$$\frac{\omega \cdot \mu}{4} \int_s^z j(t) H_0^2[kQ_0(\tau,t)] \sqrt{X'^2(t) + Z'^2(t)}\, dt = E_z^0(\rho), \quad s \le \rho \le z; \tag{1}$$

здесь $Q_0(\tau,t) = \sqrt{[X(\rho) - X(t)]^2 + [Z(\rho) - Z(t)]^2}$ – является расстоянием между точкой наблюдения и точкой интегрирования, $E_z^0(\rho)$ – определяет составляющую напряженности падающего электрического поля. Параметрическим образом задается контур интегрирования: $x = P(t), \quad y = Q(t), \quad s \le t \le z$, при этом для первых производных вводятся обозначения, $k = 2 \cdot \pi / \lambda$, λ – определяет длину волны.

Для решения уравнения (1) необходимо основываться на методе моментов [5], после решения образующейся системы уравнений можно определить значения плотности продольных электрических токов

$$\vec{j} = \vec{z} \cdot j(t), \; s \le \rho \le z. \tag{2}$$

Для двумерной эффективной площади рассеяния (ЭПР) объекта используем выражение

$$\sigma(\varphi) = (60 \cdot \pi)^2 k \left| D(\varphi) \right|^2; \tag{3}$$

здесь $D(\varphi) = \int_s^z j(t) \sqrt{X'^2(t) + Z'^2(t)} \exp(i \cdot k \cdot d(t, \varphi)) dt$,

$$d(t,\varphi) = X(t)\cdot\cos(\varphi) + Z(t)\cdot\sin(\varphi)\,.$$

Мы рассматривали такой комбинированный [5] сложный объект (рис. 1).

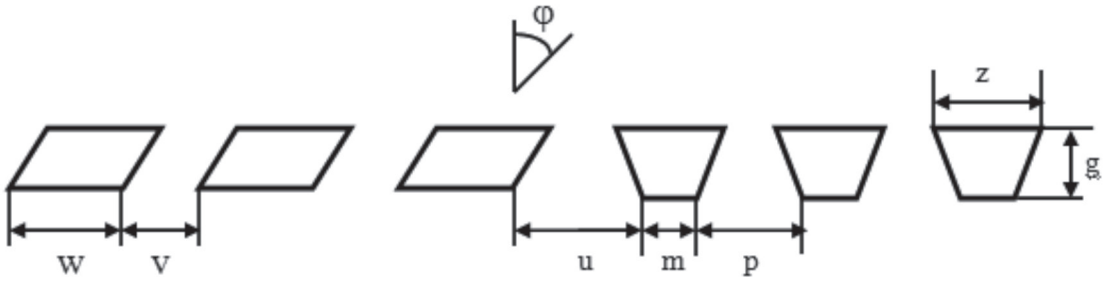


Рис. 1. Рассеяние E-поляризованной электромагнитной волны на объекте, представляющем собой комбинацию двух решеток, состоящих из разных отражателей – параллелограммы и трапеции

Он представлял собой три отражателя в виде параллелограмма, они были сдвинуты на некоторый шаг *v*, а также три отражателя в виде трапеции, они были сдвинуты на некоторый шаг *p*.

При решении задачи ту часть объекта, которая относилась к пяти цилиндрам, мы решали на основе итерационного метода.

В итерационном методе проводился учет взаимодействия только для ближайших областей трехмерных цилиндров.

В матрице импедансов, соответствующей системе линейных алгебраических уравнений выделялись две составляющих:

$$\gamma = \gamma_{\text{ближнее}} + \gamma_{\text{дальнее}}. \qquad (2)$$

В указанном выражении члены, которые относятся к $\gamma_{\text{ближнее}}$, будут соответствовать эффектам взаимодействия среди точек, которые будут относиться к поверхностям одних и тех же цилиндров, а члены, которые относятся к $\gamma_{\text{дальнее}}$, будут соответствовать эффектам взаимодействия среди точек, относящимся к поверхностям соседних цилиндров.

Для матрицы импедансов мы можем записать следующее выражение:

здесь N дает полное количество точек разбиения относительно всех треугольных цилиндров.

Подобное разбиение может быть сделано для различных реальных объектов [6–8].

Те члены, которые размещены на основной диагонали, определяют вычисление $\gamma_{\text{ближнее}}$, а члены, размещенные на других диагоналях, определяют вычисление $\gamma_{\text{дальнее}}$.

При проведении математического моделирования мы установили, что требуется рассмотрение только небольшого количества членов по разложению

$$\gamma^{-1}J \approx [\sum_{n=0}^{M-1}(-\gamma_{\text{ближнее}}{}^{-1}\gamma_{\text{дальнее}})^n]\gamma_{\text{ближнее}}{}^{-1}J. \qquad (4)$$

Когда мы проводили расчеты, то сравнивались уровни ЭПР, которые были получены на базе двух способов – метода интегральных уравнений и итерационного метода.

Было показано, что итерационный подход эффективно применять для значений угла $\theta<27^{o}$.

На рис. 2 дан пример расчетов рассеянной мощности на основе указанных двух подходов.

$$\gamma = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & 0 & . & . & 0 \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{23} & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . & . \\ 0 & . & . & \gamma_{N-1,N-2} & \gamma_{N-1,N-1} & \gamma_{N-1,N} \\ 0 & . & . & 0 & \gamma_{N,N-1} & \gamma_{N,N} \end{bmatrix}; \qquad (3)$$

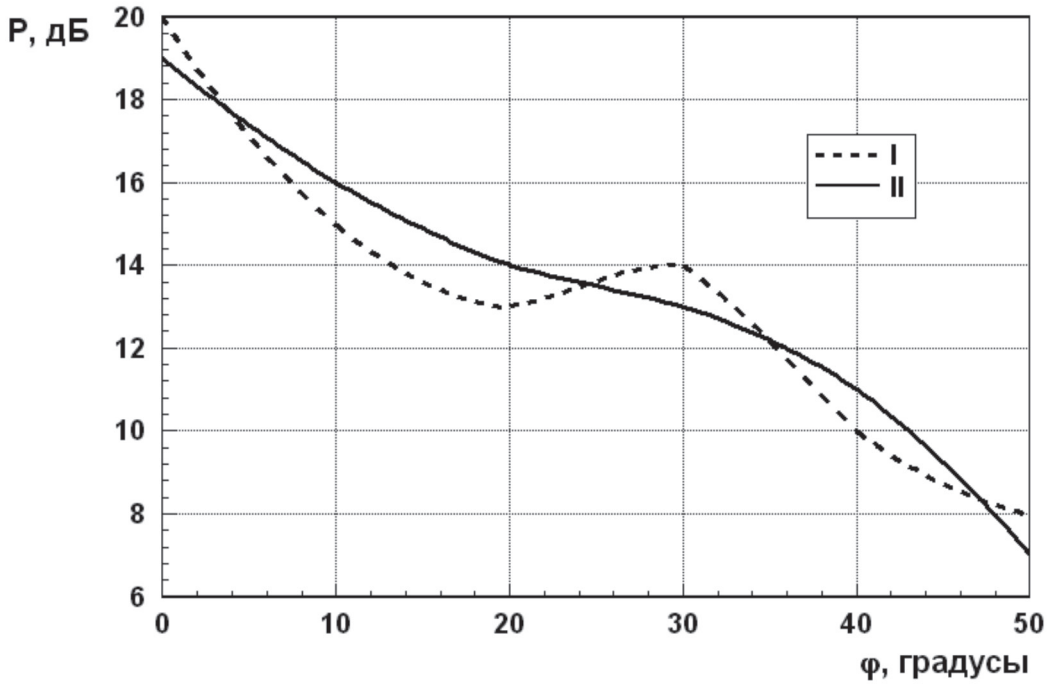


Рис. 2. Рассеянная мощность анализируемого объекта, рассчитанная на основе метода интегральных уравнений (кривая I) и итерационного подхода (кривая II)

Параметры анализируемого объекта были следующие: w=1,2l, v=1,1l, u=4,5l, z=2,2l, m=1l, p=1,7l, g=1,32l.

Может быть проведена дополнительная оптимизация алгоритма на основе соответствующих методов [9].

На основе проведенных оценок по требуемому времени на осуществление расчетов было установлено, что итерационный подход дает возможности для уменьшения этого времени в четыре раза.

Список литературы

1. Самойлова У.А. Анализ сложных электродинамических объектов на основе параллельных вычислений / У.А. Самойлова // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–2. – С. 55–56.

2. Ашихмин А.В. Итерационный алгоритм решения задач дифракции электромагнитных волн в частотной области / А.В. Ашихмин, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 38–40.

3. Преображенский А.П. Моделирование рассеяния электромагнитных волн на несимметричном объекте / А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров, К.В. Кайдакова // В мире научных открытий. – 2015. – № 8. – С. 526.

4. Щербатых С.С. Метод интегральных уравнений как основной способ анализа в САПР антенн / С.С. Щербатых // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1 (12). – С. 10.

5. Преображенский А.П. О применении комбинированных подходов для оценки характеристик рассеяния объектов / А.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2014. – № 12. – С. 69–70.

6. Милошенко О.В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / О.В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 60–62.

7. Казаков Е.Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети wi-fi / Е.Н. Казаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1 (12). – С. 13.

8. Ерасов С.В. Проблемы электромагнитной совместимости при построении беспроводных систем связи / С.В. Ерасов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 137–143.

9. Lvovich Ya.Ye. The use of «ant» algorithm in constructing models of objects that have maximum average values of the scattering characteristics / Lvovich Ya.Ye., I.Y.Lvovich, A.P. Preobrazhenskiy, O.N. Choporov // Life Science Journal. – 2014. – Т. 11. – № 12. – С. 463–466.

УДК 004.3

ПРОВЕДЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА ОБЪЕКТАХ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Степанова А.А.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

Обсуждаются вопросы построения объектов, имеющих экстремальные средние значения характеристик рассеяния. На основе оптимизационного подхода, использующего «муравьиный алгоритм» проведены расчеты зависимостей размеров двумерного металлического цилиндра с боковой стенкой сложной формы, имеющего максимальные средние значения характеристик рассеяния. На основе обобщения информации по компонентам, представляющим собой цилиндры даны предложения по построению подсистемы САПР для проектирования средних характеристик объектов. Объект сложной формы представляется в виде совокупности компонентов. В качестве входных данных для подсистемы выбираются вид компонентов, сектор углов наблюдения, требуемый уровень для средних характеристик рассеяния. В данной статье в рамках разработанной процедуры применяется корреляционный анализ, который позволяет на основе максимума коэффициента корреляции определить характеристики компонентов рассматриваемого объекта.

Ключевые слова: оптимизация, распространение радиоволн, интегральные уравнения.

OPTIMIZATION OF THE CHARACTERISTICS OF SCATTERING OF ELECTROMAGNETIC WAVES ON COMPLEX-FORM OBJECTS

Stepanova A.A.

Voronezh institute of high technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

The design of the objects with extreme average values of the scattering parameters is discussed. Based on the optimization approach using «ant algorithm» the calculations of dependencies of the sizes of two-dimensional metal cylinder with a side wall complex shapes, with maximum average values of the scattering parameters. On the basis of generalization of information on the components constituting the cylinders of the proposal to build a subsystem of CAD for designing of average characteristics of the facilities. An object of complex shape is represented as a set of components. As input for the subsystem selected components, the sector angles, the required level for the average characteristics of the scattering. In this article in the framework of the developed procedure is applied correlation analysis, which allows on the basis of maximum correlation coefficient to determine the characteristics of the components of the object.

Keywords: optimization, wave propagation, integral equations

Моделирование процессов рассеяния электромагнитных волн на разных объектах со сложной формой представляет большой практический интерес, вследствие того, что требуется решать задачи, относящиеся к радиолокационному распознаванию, электромагнитной совместимости и др. [1–3].

В ряде случаев, если рассматриваются объекты, имеющие простую форму, достаточно применять аналитические формулы, позволяющие давать довольно неплохие оценки значений характеристик рассеяния [4–6]. При использовании дифракционного подхода объект рассматривается как тело сложной формы, на котором происходит рассеяние радиоволн. Метод интегральных уравнений при рассмотрении его практического применения, является довольно громоздким методом, часто требующим больших ресурсов, как и другие численные методы. Однако если рассматривать структуры, которые являются телами вращения, то наиболее удачным является сочетание методов интегральных уравнений и собственных функций. Главную роль при этом играет угловая, или азимутальная координата j. По этой координате искомые поля, как и при использовании метода собственных функций, разлагаются в ряды Фурье, и поля отдельных гармоник в силу ортогональности оказываются независимыми. Это позволяет для каждой азимутальной гармоники построить сравнительно простое интегральное уравнение, которое решается численно. При этом уменьшается размерность решаемой электродинамической задачи и уменьшаются требования к величине машинной памяти и времени счета ЭВМ.

Существует ряд задач, которые требуют данные не только о том, какие угловые зависимости характеристик рассеяния, но и о том, какие могут быть достигнуты средние их значения, особенно максимальные, для определенных секторов углов наблюдения [7, 8].

Представляет практический интерес построить достаточно простой алгоритм расчета размеров объектов с максимальными средними значениями характеристик рассеяния в определенном секторе углов наблюдения. Для тел простой формы зависимость максимальных средних значений характеристик от размеров тел может быть записана

аналитически [9]. В данной работе решена задача определения максимальных средних значений характеристик рассеяния для двумерной модели полой структуры. Аналитическую зависимость максимальных средних значений характеристик рассеяния от размеров объекта в данном случае не удается получить, однако существует возможность построения приближенной функции (интерполирующего полинома), позволяющую получить аппроксимацию этой зависимости при достаточно малой ошибке [6, 7].

В данной работе мы рассматриваем модель расчета размеров двумерного цилиндра, в котором боковая стенка имеет сложную форму, позволяющую определять в заданном секторе углов наблюдения размеры цилиндра с максимальными средними значениями характеристик рассеяния. Применяется следующая модель расчета. На цилиндре мы в качестве характерного размера выделяем размер какого-то его элемента и строим зависимость общей длины контура цилиндра от размера этого элемента.

Характерно то, что применяемый нами способ удобно использовать для цилиндра, имеющего симметрию. Цилиндры входят в состав многих современных объектов техники, при учете мощности вторичного излучения таких структур можно управлять мощностью вторичного излучения всего объекта, причем ее значения могут быть изменены в разы и даже десятки раз. В работе рассматривается двумерная модель. Двумерные модели цилиндров оказываются полезными при проведении оценок характеристик рассеяния трехмерных прямоугольных металлических цилиндров [8].

Мы будем считать, что поперечный размер цилиндра равен *a*, длина *L* (рис. 1). Боковая стенка цилиндра имеет форму, которая изображена на рис. 1, то есть существует угол наклона β. Тогда общая величина контура цилиндра $D=a/(2\cos\beta)+2L$. Нашей задачей будет поиск *a* и *D*, при которых значения средней эффективной площади рассеяния (ЭПР) в заданных секторах углов падения электромагнитной волны а дают максимальные значения. Отсчет угла а происходит от направления, параллельного двум стенкам цилиндра.

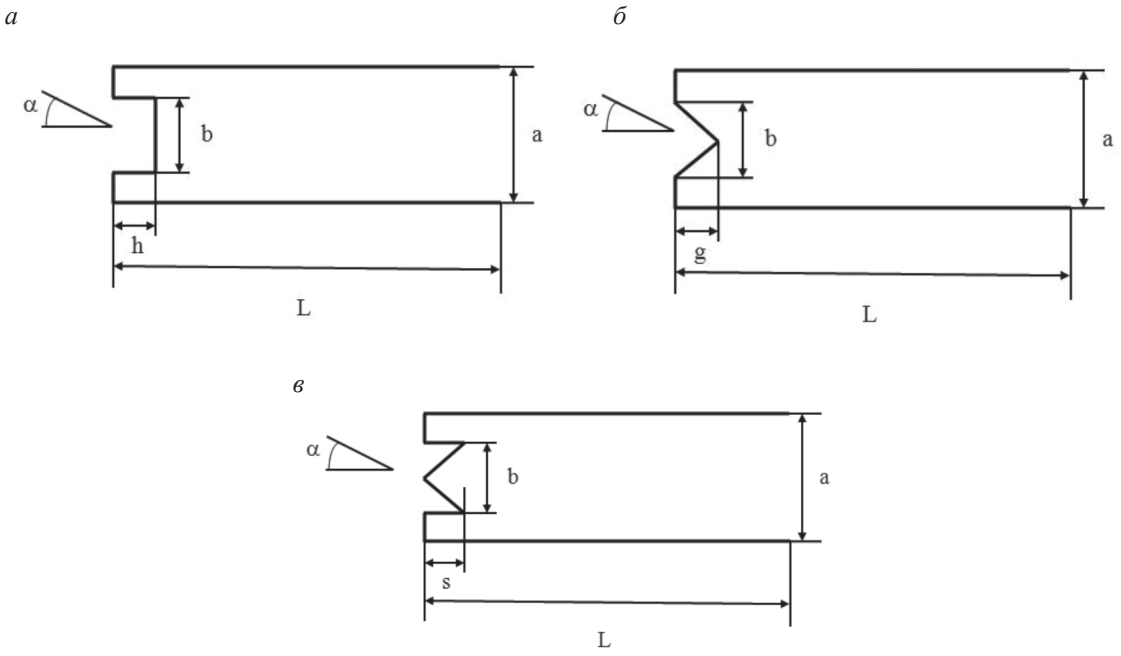


Рис. 1. Иллюстрация рассеяния электромагнитных волн на двумерном цилиндре, имеющем боковую стенку сложной формы (наклон под углом)

Когда мы проводили анализ характеристик рассеяния, то значения сектора углов наблюдения изменялись довольно значительным образом (от: 5° до 70°), то есть углы относились к области передней полусферы. Значения характеристик рассеяния были получены, основываясь на методе интегральных уравнений [10].

Уравнение Фредгольма первого рода, которое содержит плотность неизвестного электрического тока для случая E-поляризации [10], записывается, например, следующим образом:

Задача определения a и D, которые дают максимальные значения средней ЭПР при определенных секторах углов наблюдения, нами решалась таким образом. Задаем величину сектора углов наблюдения $\Delta\alpha$. При различных значениях D происходит определение значений поперечного размера a. Анализ показывает, что функция $\overline{\sigma} = \overline{\sigma}(a, D)$ будет многоэкстремальной, поэтому, когда проводились расчеты, был использован метод сеток [9] при последовательном сужении областей определяемых

$$\frac{\omega \cdot \mu}{4} \cdot \int_{\gamma}^{\beta} j(t) \cdot H_0^2[k \cdot L_0(\tau, t)] \cdot \sqrt{\xi'^2(t) + \eta'^2(t)}\, dt = E_z^0(\tau),\ \gamma \le \tau \le \beta; \quad (1)$$

здесь

$$L_0(\tau, t) = \sqrt{[\xi(\tau) - \xi(t)]^2 + [\eta(\tau) - \eta(t)]^2}$$

является расстоянием, которое будет между точками наблюдения и интегрирования; $E_z^0(\tau)$ является продольной составляющей напряженности электрического поля в точке, которая располагается на контуре. Мы задаем контур на основе параметрического представления:

$$x = \xi(t),\ y = \eta(t),\ \gamma \le t \le \beta,$$

а $\xi'(t), \eta'(t)$ являются первыми производными по соответствующим функциям, $k = 2 \cdot \pi / \lambda$, λ – является длиной падающей электромагнитной волны.

При решении уравнения (1) в рамках метода моментов происходит определение продольных электрических токов, имеющих плотность

$$\vec{j} = \vec{z} \cdot j(t),\ \gamma \le t \le \beta, \quad (2)$$

Расчет двумерной ЭПР металлического цилиндра происходит на основе такого выражения

$$\sigma(\alpha) = (60 \cdot \pi)^2 \cdot k \left| D(\alpha) \right|^2, \quad (3)$$

где

$$D(\alpha) = \int_{\gamma}^{\beta} j(t) \cdot \sqrt{\xi'^2(t) + \eta'^2(t)} \cdot \exp(i \cdot k \cdot d(t, \alpha))\, dt,$$

$$d(t, \alpha) = \xi(t) \cdot \cos(\alpha) + \eta(t) \cdot \sin(\alpha).$$

Расчет средней ЭПР осуществляется, базируясь на таком выражении

$$\overline{\sigma} = \sum_{i=0}^{N} \frac{\sigma(\alpha_i)}{N+1}, \quad (4)$$

где $\sigma(\theta_i)$ – равно значению ЭПР при угле наблюдения α_i.

значений. Для каждого из участков сетки был использован муравьиный алгоритм.

На рис. 2 даны рассчитанные зависимости длины контура *D* от поперечных размеров цилиндра a, которые позволяют достичь максимальной средней ЭПР $\overline{\sigma} = \overline{\sigma}(a, D)$.

3. требуемый уровень для средних характеристик рассеяния.

Процесс функционирования подсистемы САПР расчета компонентов объекта приведен на рис. 3.

Выходным результатом являются значения характеристик компонентов объекта.

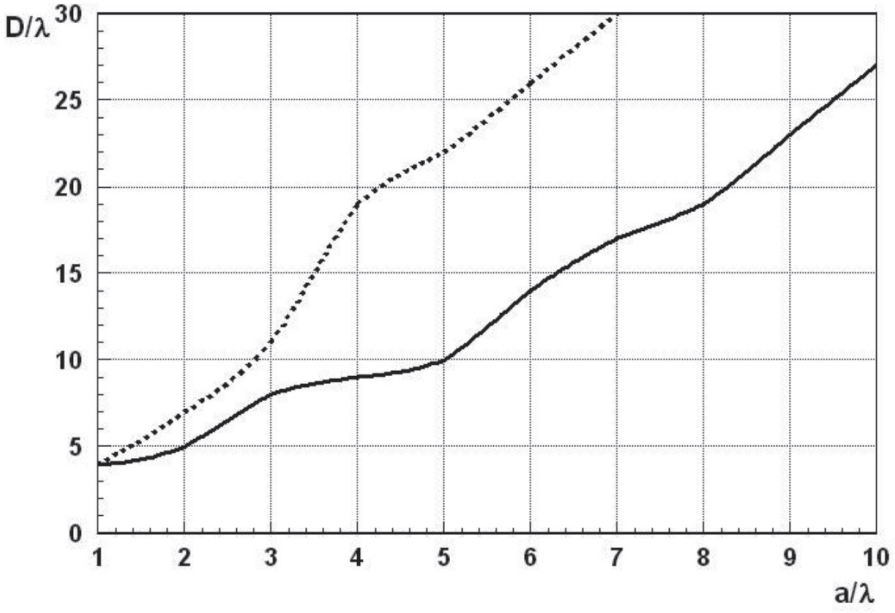


Рис. 2. Зависимость длины контура цилиндра (рис. 1) D от поперечного сечения a для максимальных значений средней ЭПР по сектору углов Δα =7° (кривая 1), Δα =18° (кривая 2) с углом наклона боковой стенки цилиндра β=24°.

Объект сложной формы можно представить в виде совокупности отдельных компонентов (цилиндров, полых структур и т.д.). Для определения характеристик компонентов воспользуемся коэффициентами корреляции. В качестве входных параметров выделим следующие:

1. вид компонента;
2. сектор углов наблюдения;

Алгоритм работы в подсистеме будет следующий:

1. Ввод входных параметров.
2. Рассчитываются коэффициенты корреляции для каждого вида объекта;
3. На основе принципа максимума коэффициента корреляции выбирается наиболее подходящий компонент.
4. Вывод результата.

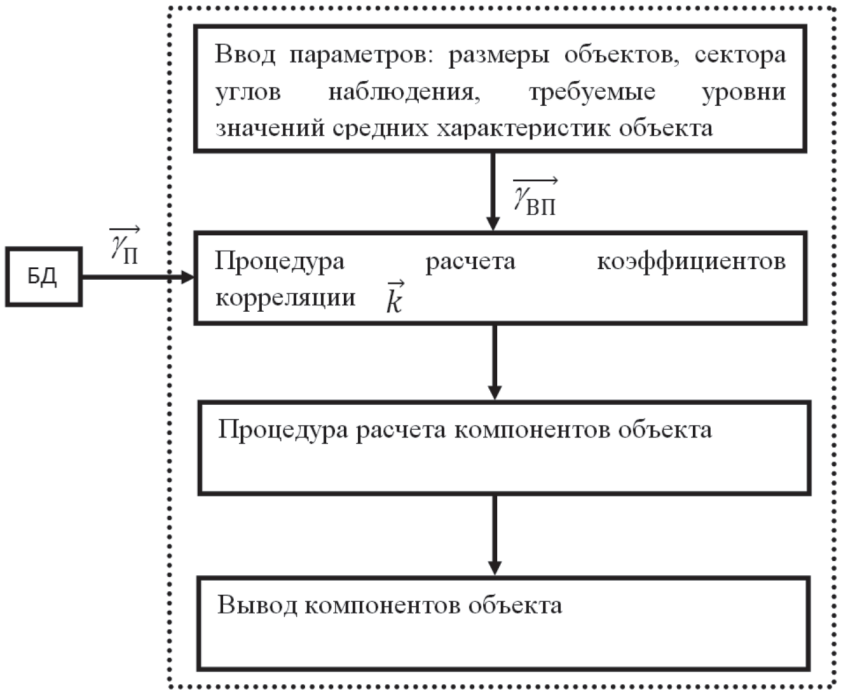


Рис. 3. Процесс функционирования подсистемы САПР средних характеристик объекта.

Использованы следующие обозначения: $\vec{\gamma}_{ВП}$ – вектор, каждый из элементов которого являются соответствующие входные параметры; $\gamma_{П}$ – вектор, содержащий соответствующие зависимости в БД; $\vec{k}$ – вектор, содержащий коэффициент корреляции.

Базируясь на основе приведенной модели в работе продемонстрирована возможность определения характерных размеров двумерного цилиндра, который дают максимальные средние значения ЭПР. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании объектов, к которым предъявляются требования уменьшения уровня вторичного электромагнитного излучения.

Список литературы

1. Мишин Я.А. О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях / Я.А. Мишин // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 153–156.

2. Кульнева Е.Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е.Ю. Кульнева, И.А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–2. – С. 50.

3. Львович Я.Е. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Я.Е. Львович, И.Я. Львович, А.П. Преображенский, С.О. Головинов // Телекоммуникации. – 2010. – № 11. – С. 2–6.

4. Чопоров О.Н. Анализ затухания радиоволн беспроводной связи внутри зданий на основе сравнения теоретических и экспериментальных данных / О.Н. Чопоров, А.П. Преображенский, А.А. Хромых // Информация и безопасность. – 2013. – Т. 16; № 4. – С. 584–587.

5. Львович Я.Е. Исследование метода трассировки лучей при проектировании беспроводных систем связи / Я.Е. Львович, И.Я. Львович, А.П. Преображенский, С.О. Головинов // Информационные технологии. – 2011. – № 8. – С. 40–42.

6. Баранов А.В. Проблемы функционирования mesh-сетей / А.В. Баранов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 49–50.

7. Милошенко О.В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / О.В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 60–62.

8. Уфимцев П.Я. Метод краевых волн физической теории дифракции / П. Я. Уфимцев // М.: Сов. радио, 1962. – 243 с.

9. Болучевская О.А. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн / О.А. Болучевская, О.Н. Горбенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3. – С. 4.

10. Захаров Е.В. Численные методы решения задач дифракции / Е.В. Захаров, Ю.В. Пименов. – М.: Радио и связь, 1986. – 184 с.

УДК 004.71:004.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ РАДИОВОЛН НА ТЕЛАХ

Стецула А.Е.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

Важным этапом в процессе разработки алгоритмов дистанционного мониторинга объектов представляет исследование характеристик пространственно-временных структур отраженных полей. Для того чтобы успешным образом решить основную задачу, которая связана с выявлением новых информативных признаков в рассеянных сигналах, дающих возможности для описания свойств исследуемых объектов, требуется разработка соответствующих математических моделей. В данной работе рассматривается влияние на рассеянное поле, так называемых, локальных эффектов, связанных с разрывами гладкой поверхности объектов. Появляются центры рассеяния электромагнитных волн. Оценка вклада от таких участков происходит на основе метода интегральных уравнений. Проводится сравнительный анализ влияния формы поверхности в области центра рассеяния на уровень рассеянного электромагнитного поля объекта. Даются рекомендации по обеспечению требуемого уровня электродинамических характеристик рассеяния.

Ключевые слова: беспроводная сеть, распространение радиоволн

MODELING OF RADIO WAVE SCATTERING ON THE BODIES

Stetsula A.E.

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

An important stage in the development of algorithms for remote monitoring of objects is a study of the characteristics of the spatial-temporal structures of the reflected fields. In order to successfully address the key challenge associated with identifying new informative features in the scattered signals, giving the possibility to describe properties of the objects requires the development of appropriate mathematical models. In this paper we consider the influence on the scattered field, the so-called local effects associated with the discontinuities of smooth surfaces of objects. Emerging centres of scattering of electromagnetic waves. Evaluation of the contribution from such sites based on the method of integral equations. A comparative analysis of the influence of the shape of the surface in the region of the center of scattering to the level of ambient electromagnetic fields of the object. Recommendations for ensuring the required level of dynamic characteristics of a scattering.

Keywords: wireless network, radio wave propagation

В задачах, связанных с расчетом характеристик рассеяния в радиолокационных системах возникают проблемы, связанные с анализом электромагнитных полей [1–3], которые отражаются от объектов, имеющих сложную геометрическую форму и электрофизическую структуру. В течение последнего времени наблюдается накопление большого опыта, связанного с решением подобных задач [5, 6].

Проведение математического моделирования характеристик рассеяния объектов может базироваться на применении метода физической теории дифракции, интегральных уравнений, полигональных моделей.

В состав большого числа технических объектов входят клинья, кромки и другие подобные элементы, имеющие разную форму [7–9]. Представляет интерес с точки зрения практики провести анализ влияния формы поверхности в области центра рассеяния, а также дать рекомендации по обеспечению требуемого уровня характеристик рассеяния.

В данной работе мы рассматривали двумерный подход. Задачу, связанную с дифракцией электромагнитных волн на объектах, мы решали на основе использования двумерного интегрального уравнения Фредгольма первого рода.

Для уравнения Фредгольма первого рода, в которое входит плотность искомого электрического тока для случая Е-поляризации [10] записывается следующее выражение:

$$\frac{\omega\cdot\mu}{4}\int_{\alpha}^{\beta} j(t)H_0^2[k\cdot L_0(\tau,t)]\sqrt{\xi'^2(t)+\eta'^2(t)}dt = E_z^0(\tau),\ \alpha\le\tau\le\beta, \qquad (1)$$

где $L_0(\tau,t)=\sqrt{[\xi(\tau)-\xi(t)]^2+[\eta(\tau)-\eta(t)]^2}$ является расстоянием от точки наблюдения до точки интегрирования, $E_z^0(\tau)$ – является продольной составляющей напряженности по первичному электрическому полю для точки на контуре. Идет задание контура на основе параметрического представления: $x=\xi(t),\ y=\eta(t),\ \alpha\le t\le\beta$, а $\xi'(t),\ \eta'(t)$ – являются

первыми производными для соответствующих функций, $k = 2 \cdot \pi / \lambda$, λ – является длиной падающей электромагнитной волны.

Когда мы решали уравнение (1), то был использован метод моментов, в результате интегральное уравнение сводится к системе линейных алгебраических уравнений, после решения, которой определяем продольные электрические токи, имеющие плотность

$$\vec{j} = \vec{z} \cdot j(t), \ \alpha \le t \le \beta, \qquad (2)$$

Для определения двумерной эффективной площади рассеяния (ЭПР) объекта используем следующее выражение

$$\sigma(\varphi) = (60 \cdot \pi)^2 k \left| D(\varphi) \right|^2, \qquad (3)$$

где

$$D(\phi) = \int_{\alpha}^{\beta} j(t) \cdot \sqrt{\xi'^2(t) + \eta'^2(t)} \cdot \exp(ikd(t, \varphi))dt,$$

$$d(t, \varphi) = \xi(t) \cdot \cos(\varphi) + \eta(t) \cdot \sin(\varphi).$$

На рис. 1, 2, 3 приведены исследуемые объекты.

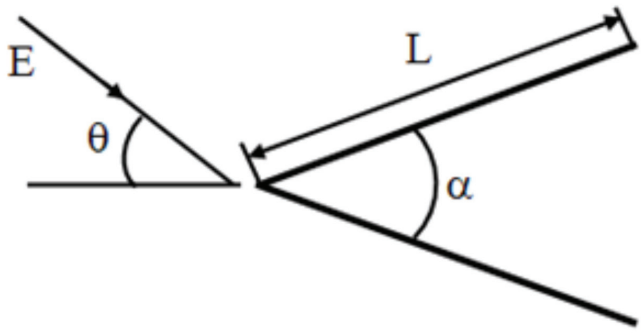


Рис. 1. Схема рассеяния электромагнитной волны на клине

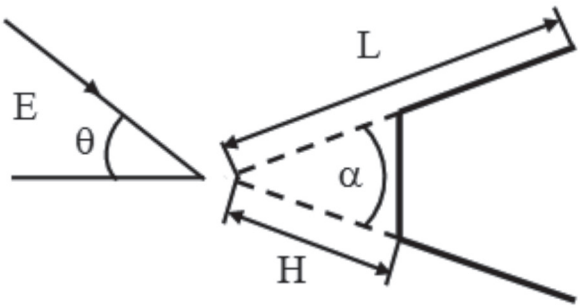


Рис. 2. Схема рассеяния электромагнитной волны на усеченном клине

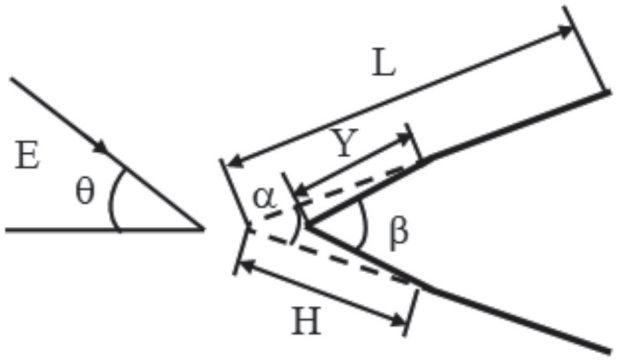


Рис. 3. Схема рассеяния электромагнитной волны на сложном клине

При исследованиях длина ребра клина варьировалась в пределах $3\lambda \le L \le 7\lambda$, угол между боковыми гранями $20° \le \alpha \le 40°$, длина усеченной части $1\lambda \le H \le 2\lambda$, угол между боковыми стенками при вершине $35° \le \beta \le 55°$, сектор углов наблюдения $0° \le \theta \le 40°$.

При расчетах было установлено, что средняя ЭПР объекта, приведенного на рис. 2, превышает среднюю ЭПР объектов, приведенных на рис. 1, рис. 3, более, чем на 3 дБ.

Для того, чтобы решить задачу, связанную с обеспечением требуемого уровня характеристик рассеяния дифракционной структуры, приведенной на рис. 3, для определенного сектора углов наблюдения мы применяли генетический алгоритм (ГА).

Основной особенностью генетических алгоритмов можно считать то, что проводится анализ не одного решения, а некоторого подмножества квазиопытных решений, которые называют хромосомами или стрингами.

В рассматриваемом нами случае хромосома имела 4 гена: *b, n, q* и *w*. Так как ген является целым число, которое будет меньше чем 30, то для того, чтобы произвести кодирование по каждому гену мы можем использовать 5 битов. В таком случае хромосома будет представлена в виде, который приведен на рис. 3.

Для того чтобы произвести поиск решения, была использована популяция из 5 хромосом. Вначале осуществлялся процесс генерации 5 случайных возможных вариантов решений:

$$F(q,x,c,d),\ q,x,c,d \in \{1, 2, 3 \ldots 30\}, \quad (4)$$

и рассматривалась связь по каждому варианту и ошибке в решении:

$$\delta = | F(q,x,c,d) - FD(q,x,c,d) |. \quad (5)$$

В качестве примера ниже представлена табл. 1.

Таблица 1

Варианты решения

Номер хромосомы	Вариант ($x1$, $x2$, $x3$, $x4$)	Ошибка δ	Относительная пригодность
1	(1, 28, 14,3)	79	0.014
2	(13,8,1,3)	21	0.041
3	(11,4,7,2)	27	0.038
4	(21,8,16,18)	127	0.0068
5	(4,12,29,1)	24	0.036

Основная идея работы ГА заключается в том, чтобы был процесс выживания хромосом, которые приводят к меньшей ошибке

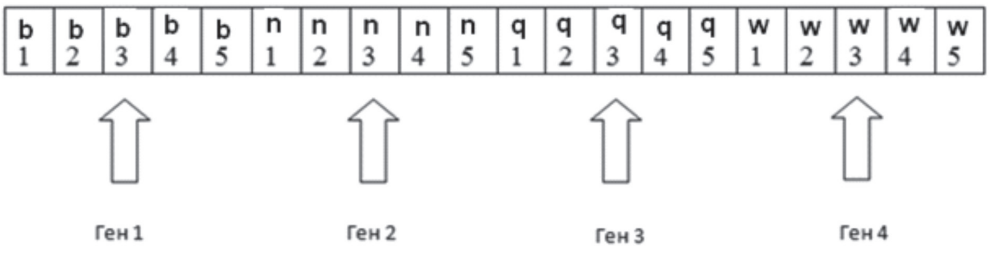


Рис. 4. Схема хромосомы

в решении. Исходя из этого относительная пригодность (ОП) хромосомы описывалась на базе формулы ОП=1/δ.

Для того, чтобы провести вычисление вероятности отбора хромосомы по будущей популяции, мы использовали формулу

$$P_i = \frac{\text{ОП}_i}{\sum_{i=1}^{5} \text{ОП}_i}, \quad (6)$$

Результаты использования этой формулы показаны в табл. 2.

Таблица 2

Данные по вероятности отбора хромосом

Номер *i*	P_i	U_i, %
1	0.014/0.1358=0.1	10
2	0.041/0.1358=0.3	30
3	0.038/0.1358=0.28	28
4	0.0068/0.1359=0.05	5
5	0.036/0.1358=0.27	27

Для того, чтобы осуществить последующие процессы выбора хромосом мы воспользовались методом колеса рулетки. При таком подходе каждая из хромосом имеет соответствующий сектор на колесе U_i (рис. 5).

После каждого из вращений колеса, осуществляется процесс выбора определенного сектора, то есть хромосомы. После осуществления 15 вращений колеса, проводится отбор 15 хромосом, среди них исходя из случайного закона идет формирование 5 пар с тем, чтобы происходил процесс скрещивания. Результаты расчетов даны в таблице 3. В качестве примера ниже представлена табл. 3.

Таблица 3

Демонстрация результатов отбора на основе метода рулетки

Номер отца *i*	Номер матери *i*
1	2
3	2
5	3
2	3
3	5

В соответствии с табл. 2 самая плохая хромосома 4 не была отобрана для скрещивания. Хромосому 1 была выбрана для скрещивания только один раз, а хромосомы 2, 3 и 5 были отобраны часто, поскольку для них соответствует высокое значение ОП.

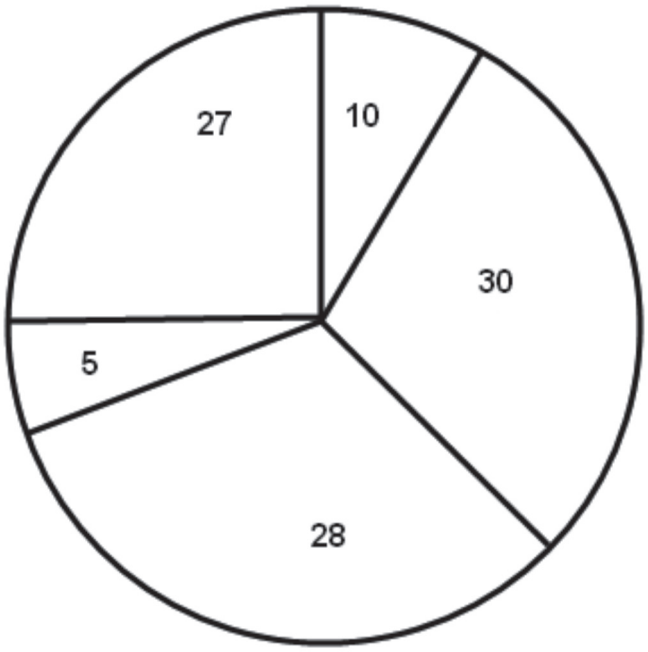


Рис. 5. Демонстрация распределения секторов рулетки

Дальнейшей генетической операцией было скрещивание. Средней ошибкой решения для популяции потомков является 58, Но для первоначальной популяции значение этого коэффициента было 67.

В качестве целевой функции мы рассматривали значение средней ЭПР, в заданном секторе углов наблюдения, зависящее от размеров структуры. Для структуры, приведенной на рис. 3, максимальное значение средней ЭПР для сектора углов наблюдения $0°\leq\theta\leq25°$, при $L=4\lambda$, значении угла между боковыми гранями $a=30°$ было получено для угла между боковыми стенками при вершине $\beta=47°$.

В работе проведен анализ характеристик рассеяния электромагнитных волн на клиновидных структурах. Расчет характеристик рассеяния проводился на основе метода интегральных уравнений, проведен сравнительный анализ средних характеристик рассеяния. Рассмотрена возможность оптимизации средних характеристик клиновидных структур на основе генетического алгоритма.

Список литературы

1. Мишин Я.А. О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях / Я.А. Мишин // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 153–156.

2. Кульнева Е.Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е.Ю. Кульнева, И.А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–2. – С. 50.

3. Львович Я.Е. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Я.Е. Львович, И.Я. Львович, А.П. Преображенский, С.О. Головинов // Телекоммуникации. – 2010. – № 11. – С. 2–6.

4. Чопоров О.Н. Анализ затухания радиоволн беспроводной связи внутри зданий на основе сравнения теоретических и экспериментальных данных / О.Н. Чопоров, А.П. Преображенский, А.А. Хромых // Информация и безопасность. – 2013. – Т. 16; № 4. – С. 584–587.

5. Львович Я.Е. Исследование метода трассировки лучей при проектировании беспроводных систем связи / Я.Е. Львович, И.Я. Львович, А.П. Преображенский, С.О. Головинов // Информационные технологии. – 2011. – № 8. – С. 40–42.

6. Баранов А.В. Проблемы функционирования mesh-сетей / А.В. Баранов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 49–50.

7. Милошенко О.В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / О.В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 60–62.

8. Уфимцев П.Я. Метод краевых волн физической теории дифракции / П.Я. Уфимцев. – М.: Сов. радио, 1962. – 243 с.

9. Болучевская О.А. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн / О.А. Болучевская, О.Н. Горбенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3. – С. 4.

10. Захаров Е.В. Численные методы решения задач дифракции / Е.В. Захаров, Ю.В. Пименов. – М.: Радио и связь, 1986. – 184 с.

УДК 004.71

ПОСТРОЕНИЕ СЕТЕЙ WIMAX В РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТОТНЫХ ДИАПАЗОНАХ

Стрендин А.А.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

В статье проводится анализ основных характеристик беспроводных сетей. Для предоставления услуг мобильного широкополосного доступа для получения конкурентных значений плотности потока данных необходим достаточный частотный ресурс в несколько десятков и сотен мегагерц. Очевидное преимущество низких частот связано с высокой дальностью систем связи за счет того, что происходит низкое затухание радиосигнала при распространении радиоволн оборачивается трудностями обеспечения необходимых условий работы технических устройств, в условиях высокой плотности размещения базовых станций, использующих широкополосные радиосигналы. Отмечается, что диапазон частот 5 ГГц в основном ориентирован на оказание услуг фиксированного широкополосного доступа WiMAX стационарным корпоративным и домашним пользователям. Основным потребителем услуг мобильных сетей WiMAX являются пользователи традиционной мобильной связи.

Ключевые слова: беспроводная сеть, распространение радиоволн

THE BUILDING OF NETWORKS WIMAX IN DIFFERENT FREQUENCY RANGES

Strendin A.A.

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

The paper analyzes the main characteristics of wireless networks. To provide mobile broadband services to gain a competitive density values of the data stream needs sufficient frequency resource in a few tens or hundreds of megahertz. The obvious advantage of low frequencies is associated with a high range of communication systems due to the fact that experiences low attenuation of the radio signal in the radio wave propagation turns out to be more difficult to maintain the necessary conditions for the operation of technical devices, in conditions of high density of base stations utilizing broadband radio signals. It is noted that the 5 GHz band is mainly focused on rendering services of fixed broadband access WiMAX stationary corporate and home users. The main consumer of services provided by mobile WiMAX are the users of traditional mobile communication.

Keywords: wireless network, radio wave propagation

Для сетей WiMAX используются диапазоны частот ниже 1 ГГц, 2.3–2.7 ГГц, 3.3–3.8 ГГц и 5.15–5.85 ГГц. Более низкие частоты характеризуются относительно более низкими потерями мощности радиосигнала при его распространении на большие расстояния.

Для решения задачи максимизации зон покрытия обслуживаемых территорий наиболее эффективно использование диапазонов частот ниже 1 ГГц.

При этом очевидно, что использовать низкие частоты под беспроводный [1–3] широкополосный фиксированный доступ, реализующий данную стратегию, невыгодно, поскольку стоимость частотного ресурса ниже 1 ГГц на некоторой территории значительно превышает стоимость всех размещенных на этой территории базовых станций и получаемого дохода от обслуживания корпоративных и домашних абонентов в течении многих лет.

Для предоставления услуг мобильного широкополосного доступа [4–6] для получения конкурентных значений плотности потока данных необходим достаточный частотный ресурс в несколько десятков и сотен мегагерц.

В диапазоне частот ниже 1 ГГц свободный частотный ресурс, измеряемый сотнями мегагерц спектра на сегодняшний день отсутствует. Такие широкие полосы в данном спектре частот выделены только под услуги цифрового и аналогового телевидения. Операторы же мобильной связи довольствуются единицами, максимум десятками мегагерц очень дорогостоящего спектра в диапазоне частот ниже 1 ГГц.

Таким образом, если даже полосы частот ниже 1 ГГц и будут когда -нибудь широко доступны для использования WiMAX или любой другой технологии мобильного широкополосного доступа типа 3G или LTE, то отсутствие достаточного частотного ресурса (если, конечно, не подвинутся телевизионные операторы) не позволит обеспечить высокую скорость передачи данных при массовом обслуживании абонентов.

Кроме того, очевидное преимущество низких частот – высокая дальность связи за счет низкого затухания радиосигнала при распространении радиоволн обора-

чивается трудностями обеспечения ЭМС в условиях высокой плотности размещения базовых станций, использующих широкополосные радиосигналы.

То есть, использование низких частот связано со сложностями плотного размещения WiMAX базовых станций, необходимого для достижения высокой плотности потока данных с целью получений высоких значений скорости передачи данных при массовом обслуживании абонентов.

Таким образом, частоты ниже 1 ГГц в настоящее время могут быть использованы только для предоставления услуги передачи голоса – мобильной телефонии, в том числе по технологии WiMAX, не требующей высоких скоростей связи [7, 8].

Это позволяет предоставлять услугу мобильной телефонной связи на максимальных дальностях при минимальных затратах дорогого частотного ресурса и минимальной плотности размещения базовых станций.

Проблема доступности достаточного частотного спектра в диапазоне частот ниже 1 ГГц для целей широкополосного доступа уже начала решаться в США.

В ноябре 2008 года FCC (регуляторный орган радиосвязи США) принял решение о возможности (при определенных ограничениях) работы систем широкополосного беспроводного доступа в Интернет Broadband Internet Access в так называемом white space диапазоне (неиспользуемые полосы частот в диапазоне 54–698 MHz, в котором также работают системы цифрового телевидения и бесшнуровые микрофоны). Это открывает в США дорогу безлицензионному применению систем WiMAX в остродефицитном диапазоне частот ниже 1 ГГц, а также в будущем, возможно, и в других странах.

Диапазоны 2 и 3 ГГц имеют доступные полосы частот в 200–500 МГц. Эти частоты используются для мобильного широкополосного доступа по технологии WiMAX с предоставлением услуг высокоскоростной передачи данных, видео и голоса.

Высокая плотность размещения базовых станций и доступность относительно менее дорогого (по сравнению с частотами ниже 1 ГГц) большого частотного ресурса позволяет обеспечить высокие значения плотности потока данных и массовое обслуживание индивидуальных абонентов на удовлетворяющих современным требованиям скоростях передачи данных.

Современные сети мобильного широкополосного доступа WiMAX в частотных диапазонах 2.3 ГГц, 2.5–2.7 ГГц, 3.3–3.8 ГГц представляют собой WiMAX Hot Spot городского масштаба с поддержкой непрерывной связи при перемещении абонентов и смены обслуживающих базовых станций.

Основной услугой таких WiMAX Hot Spot является мобильный доступ в Интернет с передачей данных и видео. Кроме того, в данных сетях WiMAX предоставляется и телефонная связь по технологии VoIP. Очевидно, что с расширением зон покрытия мобильная телефонная VoIP связь станет наряду с доступом в Интернет одной из основных услуг мобильного широкополосного доступа WiMAX.

Массовое предоставление услуг фиксированного широкополосного доступа WiMAX в частотных диапазонах 2.3 и 2.5 ГГц вследствие дороговизны данного частотного ресурса, по-видимому, не является выгодным. Данные полосы частот более эффективно использовать под массовый широкополосный мобильный доступ, нежели обслуживать несколько сотен или тысяч корпоративных и домашних пользователей.

Частотный диапазон 3.3–3.8 МГц может быть эффективно использован как под фиксированный, так и под мобильный широкополосный доступ WiMAX.

Частотный диапазон 5 ГГц наиболее эффективен для использования сетей фиксированного доступа WiMAX. При этом в данном диапазоне также будут развиваться и сети мобильного WiMAX. Высокие потери при распространении радиоволн [9, 10] в диапазоне частот 5 ГГц уменьшают радиус обслуживания подвижных пользователей до нескольких сот метров. По всей видимости, создание в диапазоне частот 5 ГГц непрерывных зон обслуживания с возможностью роуминга между WiMAX базовыми станциями хотя технически и возможно, но вследствие малого радиуса обслуживания экономически неэффективно.

Сети мобильного доступа WiMAX в диапазоне частот 5 ГГц будут представлять собой отдельные WiMAX Хот Споты уличного типа с радиусом обслуживания несколько сот метров в условиях LOS. Такие WiMAX Хот Споты будут размещаться в центральных районах крупных городов и будут предоставлять услуги широкополосного доступа в Интернет перемещающимся (nomadic) индивидуальным пользователям, оснащенным, например, уже представленными на рынке трех диапазонными 2.5, 3.5 и 5 ГГц Mobile WiMAX USB адаптерами.

Таким образом, диапазон частот 5 ГГц в основном ориентирован на оказание услуг фиксированного широкополосного доступа WiMAX стационарным корпоративным и домашним пользователям. Сети мобильного WiMAX в частотном 5 ГГц диапазоне будут представлены в виде WiMAX Хот Спотов для обслуживания перемещающихся (nomadic) индивидуальных пользователей.

Мобильные и фиксированные сети WiMAX несмотря на общее название WiMAX значительно отличаются друг от друга по своему назначению (оказываемым услугам) и используемому оборудованию. Сами по себе радиотехнологии мобильного и фиксированного WiMAX также различаются по параметрам используемых радиосигналов, протоколам доступа и др.

Мобильные сети WiMAX предназначены для обслуживания:

– индивидуальных мобильных пользователей (Mobile users), оснащенных персональными WiMAX абонентскими устройствами;

– индивидуальных стационарных пользователей (Residential users), оснащенных персональными стационарными WiMAX indoor self-installed абонентскими устройствами;

Сети WiMAX фиксированного доступа предназначены для обслуживания:

– индивидуальных стационарных пользователей (Residential users), оснащенных indoor self- installed и outdoor абонентскими устройствами;

– корпоративных пользователей ЛВС класса SOHO и SME, оснащенных outdoor абонентским устройством;

– коллективных пользователей домовой ЛВС (Blockhouse users), оснащенных outdoor абонентским устройством.

– абонентов B2B, например Wi -FI сетей доступа.

Базовые станции мобильного WiMAX обычно имеют высокую выходную мощность Tx power в 4–8 Ватт и ориентированы на обслуживание в радиусе до 2 км в условиях NLOS большого количества (сотни и тысячи) мобильных индивидуальных пользователей с относительно невысокими требованиями к скорости (до 3–4 Mbps в нисходящем Downlink канале и до 1 Mbps в восходящем Uplink канале), качеству абонентских каналов связи и относительно низким индивидуальным потреблением трафика (по сравнению с корпоративными абонентами).

Базовые станции фиксированного WiMAX обычно имеют невысокую выходную мощность 18–24 dBm и предназначены для обслуживания в радиусе до 50 км в условиях LOS и до 5 км nearLOS десятков корпоративных (ЛВС) и сотен стационарных домашних абонентов, оснащенных абонентскими устройствами с внешними антеннами с высоким усилением.

Корпоративные абоненты фиксированного WiMAX обычно предъявляют высокие требования к скорости передачи данных (1–6 Mbps), к качеству канала связи (сервиса) и характеризуются значительным потреблением трафика.

Мобильные сети WiMAX имеют техническую возможность подключения стационарных абонентских устройств корпоративного SOHO и SME уровня.

Однако предоставление услуги фиксированного доступа для корпоративных ЛВС базовыми станциями мобильного доступа неэффективно с экономической и технологической точки зрения (см. Технология широкополосного беспроводного доступа WiMAX стандарта IEEE 802.16).

Основным потребителем услуг мобильных сетей WiMAX являются пользователи традиционной мобильной связи (mobile users), желающие дополнительно получать услуги по скоростной передаче данных (доступ в Интернет). По мнению экспертов, в недалеком будующем скоростная передача данных и, в частности, доступ в Интернет будет являться основной услугой сетей мобильной связи, а телефонная связь будет дополнительной, возможно, бесплатной, услугой.

Традиционные GSM и CDMA сети не имеют возможностей предоставления высокоскоростной передачи данных и поэтому не могут конкурировать в этом сегменте рынка с сетями мобильного WiMAX. Сети мобильного WiMAX помимо услуги передачи данных способны предоставлять также услуги телефонной связи, что с увеличением зон покрытия сетей WiMAX за счет использования эффективной технологии телефонной связи VoIP позволит им конкурировать по качеству и стоимости данной услуги с традиционными мобильными сетями.

Сети 3G не имеют конкурентных преимуществ по сравнению с традиционными сетями мобильной связи в сегменте оказания услуг телефонной связи, но способны предоставлять услуги широкополосного мобильного доступа. Возможность оказания массовой услуги высокоскоростной передачи данных сетями 3G обусловлена

наличием достаточного частотного ресурса. При отсутствии достаточного частотного ресурса сети 3G (и их дальнейшее развитие в рамках технологии LTE) также не имеет конкурентных преимуществ в сегменте широкополосного мобильного доступа с сетями мобильного WiMAX. Кроме того, сама возможность эволюции и технической трансформации базовых станций, использующих различные технологии семейства 3G, в станции с поддержкой технологии LTE пока вызывает много вопросов.

Сегмент рынка услуг широкополосного доступа индивидуальных домашних стационарных пользователей (Residential users) ныне полностью принадлежит операторам проводных DSL сетей. Типовая скорость передачи данных сетей DSL сегодня составляет до 3–6 MBps на дальностях до 5–7 км от оборудования доступа. Наиболее совершенные современные сети DSL имеют возможность предоставления каждому индивидуальному пользователю скорости передачи данных до 50 MBps на дальности до 1 км.

Современные сети мобильного WiMAX имеют пропускную способность до 40 MBps на один сектор/частотный канал базовой станции на дальности до 2 км в условиях отсутствия прямой видимости. При массовом обслуживании даже при наличии достаточного частотного ресурса в несколько десятков и сотен МГц базовая станция мобильного WiMAX не имеет возможности одновременного обслуживания каждого из сотен подключенных индивидуальных абонентов на высоких (более 3–6 MBps) скоростях передачи данных. Тем самым мобильные сети WiMAX не имеют конкурентных преимуществ перед сетями DSL при обслуживании стационарных пользователей с потребностями по скорости передачи данных выше 3–6 MBps.

Таким образом, помимо мобильных пользователей потенциальными потребителями услуг мобильного WiMAX могут быть индивидуальные домашние стационарные абоненты (Residential users):

– не имеющие возможности подключения к DSL оператору в силу удаленности от точки доступа или отсутствия необходимого оборудования DSL доступа на обслуживающей АТС;

– работающие на пиковой скорости передачи данных до 2–4 Mbps и предпочитающие беспроводное подключение в силу ряда удобств, например, использования одного или нескольких абонентских мобильных и стационарных терминалов с единым аккаунтом и тарифом для мобильного и стационарного домашнего доступа.

Развитие радиотехнологии широкополосного доступа в скором будущем позволит получать пропускную способность в несколько сотен Mbps на один сектор/частотный канал, что позволит сетям WiMAX конкурировать с сетями DSL также в сегменте пользователей с высокими требованиями к скорости передачи данных.

Сети мобильного доступа WiMAX помимо конкуренции с традиционными мобильными сетями и фиксированными сетями DSL в сегменте рынка индивидуальных пользователей вступают в борьбу за потребителей услуг Hot Spot. Сети мобильного WiMAX на данном этапе своего развития позиционируют себя как Hot Spot масштаба города и являются прямыми конкурентами indoor и тем более outdoor сетей Wi-Fi Hot Spot. По всей видимости, сети Wi-Fi будут уходить с рынка предоставления публичных услуг, отказывась от конкуренции с WiMAX, все больше ориентируясь на применение в корпоративных внутриофисных и домашних беспроводных локальных сетях WLAN с высокой пропускной способностью и малым радиусом действия, для чего они изначально, собственно, и были разработаны.

Основными потребителями услуг сетей WiMAX фиксированного доступа являются стационарные пользователи корпоративных локальных сетей (SOHO, SME users), стационарные коллективные пользователи домовых ЛВС (Blockhouse users), B2B (Business to Business) абоненты, а также стационарные индивидуальные пользователи (Residential users).

В этих сегментах рынка сети WiMAX фиксированного доступа конкурируют с проводными сетями (оптические, кабельные, медные телефонные и DSL сети) и сети широкополосного беспроводного доступа Fixed BWA предыдущих поколений типа RadioEthernet,Wi-Fi MAN, preWiMAX.

Сети фиксированного WiMAX не конкурируют с сетями Wi-Fi, предназначенными для построения внутриофисных локальных беспроводных WLAN сетей.

Список литературы

1. Мишин Я.А. О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях / Я.А. Мишин // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 153–156.

2.Кульнева Е.Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е.Ю. Кульнева, И.А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–2. – С. 50.

3. Львович Я.Е. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Я.Е. Львович, И.Я. Львович, А.П. Преображенский, С.О. Головинов // Телекоммуникации. – 2010. – № 11. – С. 2–6.

4. Милошенко О.В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / О.В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 60–62.

5. Чопоров О.Н. Анализ затухания радиоволн беспроводной связи внутри зданий на основе сравнения теоретических и экспериментальных данных / О.Н. Чопоров, А.П. Преображенский, А.А. Хромых // Информация и безопасность. – 2013. – Т. 16; № 4. – С. 584–587.

6. Львович Я.Е. Исследование метода трассировки лучей при проектировании беспроводных систем связи / Я.Е. Львович, И.Я. Львович, А.П. Преображенский, С.О. Головинов // Информационные технологии. – 2011. – № 8. – С. 40–42.

7. Баранов А.В. Проблемы функционирования mesh-сетей / А.В. Баранов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 49–50.

8. Болучевская О.А. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн / О.А. Болучевская, О.Н.Горбенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3. – С. 4.

9. Головинов С.О. Проблемы управления системами мобильной связи / С.О. Головинов, А.А. Хромых // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 13–14.

10. Ермолова В.В. Архитектура системы обмена сообщений в немаршрутизируемой сети / В.В. Ермолова, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2010. – № 7. – С. 79–81.

УДК 54-73

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ РАДИОВОЛН

Стюхина Т.А.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: pp@vivt.ru

Обсуждаются вопросы, связанные с воздействием электромагнитных волн на объекты с различной природой и разными характеристиками. Падающая энергия в высокочастотном излучении отражается от внешних и внутренних поверхностей поглощающих компонентов, при этом образуется интерференционная картина нейтрализации исходных волн. Активное использование электромагнитных поглотителей на практике, потребовало от исследователей поиска оптимальных решений на основе известных алгоритмов. Анализируются возможности применения многокритериальной оптимизации роя частиц при проектировании плоских многослойных поглотителей радиоволн при использовании Парето-оптимального решения. Получаемое Парето оптимальное решение представляется как оптимальные возможные компромиссы между толщиной материала и коэффициентами отражения поглотителей. Применение метода роя частиц, если сравнивать с большинством оптимизационных подходов, позволяет получить результаты за меньшее время.

Ключевые слова: оптимизация, моделирование, поглощающий материал, проектирование, электромагнитная волна

THE DESIGN OF ABSORBERS OF RADIO WAVES

Styuhina T.A.

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, e-mail: pp@vivt.ru

Issues related to the impact of the electromagnetic environment on objects of different nature and different characteristics are discussed. The incident energy in the high frequency radiation is reflected from the external and internal poverty-absorbing component, thereby forming a pattern of interference neutralization shot. Active use of the electromagnetic politely, in practice, demanded from the islet of search for optimal solutions based on a known algorithm. Examines the possibility of applying material optimization particle swarm optimization the projection PA manila politely radon if you use part of the optimal solution. Part Get the optimal solution appears as the best possible compromise between the material thickness and the coefficient of outrage politely. Application of the method of particle swarm, when compared with bolton approaches of optimization, allows to obtain results for the threat of time.

Keywords: optimization, modeling, absorbent material, design, electromagnetic wave

Воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ) различных видов на объекты техники и биологии может рассматриваться в виде существенного фактора, который влияет на их работу.

В связи с тем, что сейчас значительным образом выросло число разных источников ЭМИ (в информационных системах, системах связи, в сфере навигации и т.д.) и идет расширение используемого частотного диапазона, то довольно актуальными можно считать проблемы защиты от последствий воздействий электромагнитных сигналов для широких полос частот.

Помимо технических аспектов таких вопросов есть и другие, например, экологические аспекты, они во многих случаях считаются как определяющие. Проведение разработки систем, связанных с защитой, экранированием и поглощением широкополосных ЭМИ представляет собой весьма сложную задачу относительно теоретических, и практических точек зрения.

Предъявление жестких технических требований к подобным системам обуславливает необходимость в поиске сложных решений по задачам защит от ЭМИ, а также мер по защите информации, которая содержится в ЭМИ [1, 2]. Подобные решения содержат в себе применение не только лишь особенных материалов и покрытий, но и компонентов конструкций (строительные или технические), проведение учета по электродинамическим свойствам в окружающей среде и др.

За счет правильного учета того, как распространяются и распределяются радиоволны определяются возможности для использования защитных свойств каких-либо элементов в конструкциях.

Необходимость в дополнительном экранировании необходимо обосновать и рассмотреть лишь после того, как были исчерпаны рекомендации оптимальных компоновок конструкций. Требуется отметить, что электромагнитные экраны помимо выполнения основных функций перераспределяют электромагнитные поля во внутренних областях объектов.

Разница среди собственно материалами (РПМ) и покрытиями (РПП) в определенной мере условна и предполагают, что мате-

риалы будут входить в состав конструкций объектов, а покрытия – как правило, наносят на поверхности объектов.

Условность такого разделения определяется тем обстоятельством, что любые радиопоглощающие материалы являются не только материалами, но микроволновыми устройствами-поглотителями.

Способности материалов к поглощению высокочастотного излучения зависят от их состава и структур. РПМ и РПП не позволяют обеспечить поглощение излучений любых частот, напротив, материалы определенных составов характеризуется лучшими поглощающими способностями при определенных длинах волн. Нет универсальных поглощающих материалов, приспособленных для поглощения излучений радиолокационных станций (РЛС) во всех частотных диапазонах.

Проведение классификации типов РПМ и РПП является достаточно условной. Можно указать, по крайней мере три вида РПМ: резонансные, нерезонансные магнитные и нерезонансные объёмные материалы.

За счет резонансных или частотнонастроенных РПМ происходит обеспечение частичной или полной нейтрализации отраженных от поверхностей поглотителей излучений частями их, прошедших по толщинам материалов. Эффекты нейтрализации значительны при толщинах поглотителей, равным одной четверти длин волны излучений. В таких случаях, отраженные поверхностями поглотителей волн будут находиться «в противофазах».

Резонансные материалы наносят по отражающим поверхностям объектом маскировки. Толщины РПМ будут соответствовать четверти длин волн, которые излучает РЛС.

Падающая энергия в высокочастотном излучении отражается от внешних и внутренних поверхностей РПМ, при этом образуется интерференционная картина нейтрализации исходных волн.

Как результат идет подавление падающего излучения. Вследствие того, что отклоняется ожидаемая частота излучения от значения расчётной происходит ухудшение поглощающих характеристик, в этой связи этот вид РПМ является эффективным при процессах маскировки от излучений РЛС, которая работает на стандартных, неизменяемых моночастотах.

В нерезонансных магнитных РПМ содержатся частицы феррита, которые распределены в эпоксидных пластиках или в покрытиях. Нерезонансными магнитными РПМ рассеивается энергия высокочастотных излучений по большим поверхностям. Основным преимуществом нерезонансных магнитных РПМ можно считать их широкополосность – эффективность поглощения излучений для широкого диапазона частот.

Эффективность резонансных РПМ имеет ограничение по узкому диапазону расчётных частот в излучении.

Применение нерезонансных объёмных РПМ идет большей частью как относительно толстые слои, поглощающие большую часть получаемой энергии до того как подходит возможное отражение волн от металлических задних пластин.

Принципы работы основываются на применении как диэлектрических, так и магнитных потерь, причем последние – вследствие того, что добавляются соединения феррита. Для определенных случаев применяют введение графита в пенополиуретановые матрицы.

Активное использование электромагнитных поглотителей на практике, потребовало от исследователей поиска оптимальных решений на основе известных алгоритмов.

С точки зрения идеала оптимальным будет поглотитель с небольшой толщиной, легкий, имеющий небольшой вес и широкополосный.

Но мы понимаем, что функции, заложенные в нем, будут по своей сути противоречивы.

Так, мы можем спроектировать поглотитель, имеющий высокое значение коэффициента поглощения, однако по толщине или весу он нас не устроит. Также для тонкого и легкого поглотителя может получиться большой коэффициент отражения.

В результате, в таких случаях создания поглотителей, исследователям приходится заниматься многими задачами, в которых происходит поиск определенного компромисса среди конфликтующих целей.

Поэтому, если вместо одного решения существует множество оптимальных решений, проектировщики могут сделать выбор лучших компромиссов для каждого конкретного случая. Такой набор оптимальных решений называют Парето решением в литературе, посвященной оптимизационным процессам. Уже многие авторы занимались поиском Парето-оптимального решения, правда при этом привлекались генетические алгоритмы [1, 2].

Кроме того, ученые проводили расчеты для метода роя частиц как эффективного

алгоритма оптимизации для разных задач проектирования электродинамических объектов.

Для каждой из частиц существует адаптивная скорость. Также, каждая из частиц имеет память, вспоминает лучшие позиции для поискового пространства, в котором когда-либо они были.

Частицы стремятся к полету к лучшему поисковому району в течение поисковых процессов.

То есть, их движение является совокупным ускорением в направлении улучшения поиска решения [3, 4].

Будем полагать, что мы рассматриваем D-мерное пространство поиска, и *i*-ю частицу роя можем представить в виде D-мерного вектора $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \ldots, x_{iD})^T$.

Скорости такой частицы представляю другим D-мерным вектором $V_i = (v_{i1}, v_{i2}, \ldots, v_{iD})^T$.

Для лучшего опыта *i*-й частицы (Pbest) имеем обозначение $P_i = (p_{i1}, p_{i2}, \ldots, p_{iD})^T$.

Парето-оптимальность: вектор позиции $x* \in F$ является Парето-оптимальным, если там не существует позиции вектора, $x \neq x* \in F$, который доминирует.

Парето-оптимальное множество: множество всех Парето-оптимальных векторов, которые формируют Парето-оптимальное множество.

Парето-фронт: все объективные векторы, которые соответствуют положениям векторов Парето-оптимального набора.

Первый шаг в реализации нашего алгоритма оптимизации – это минимизация расстояния между растворами и фронта Парето.

Для этой цели должны быть определены соответствующие фитнес-функции. Традиционным типом присвоения фитнес-функции агрегирования является применение подхода, где фитнес-функция является взвешенной суммой ограничительных функций.

Но такой классический подход может оказаться весьма чувствительным к точному агрегированию целей и, во многих случаях, будет малоэффективным, в этой связи некоторыми исследователями было предложено применять весьма сложные методы [5–8], например нейронную сеть для получения оптимальных весов целевой функции.

Основные шаги нашего алгоритма действуют таким образом. После того как провели инициализацию популяции и архива, мы генерируем гиперкубы для пространства поиска, и обнаруживаем частицы на основе таких гиперкубов, системы координате каждой частицы определяют в соответствии со значениями своих целевых функций.

В тех гиперкубах, которые имеют более одной частицы назначаем фитнес-функцию, равную результату деления любого числа $x > 1$ (мы выбрали его равным 10) на число частиц, которые они содержат.

Такая работа связана со снижением фитнес-функции гиперкубов, которые содержат больше частиц и может рассматриваться как форма обобщения фитнеса. Потом мы используем случайный выбор, делаем выделение с помощью этих фитнес-значений для выбора гиперкубов, из которых мы примем соответствующие частицы.

На рис. 1 приведена схема исследуемого нами многослойного поглотителя. В таблице указаны вычисленные данные по материалу. На рис. 2 Приведена блок-схема алгоритма.

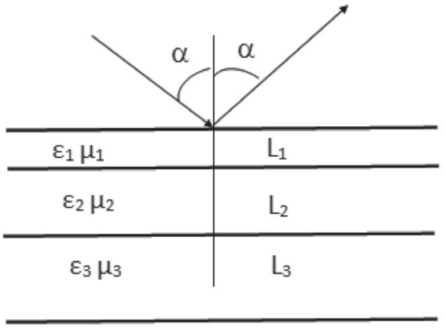


Рис. 1. Схема многослойного поглотителя

Далее приведем результаты моделирования.

В приведенных в таблице данных сформирован поглощающий материал, который имеет максимальное поглощение для частоты 908 МГц.

Поглощающие материалы можно применять в метало-диэлектрических антеннах [9].

Данные по поглощающему материалу

$\varepsilon_1, \mu_1, L_1$	$\varepsilon_2, \mu_2, L_2$	$\varepsilon_3, \mu_3, L_3$
1+*j*·8 32+*j*·11 0.123 мм	1+*j*·0 10+*j*·2 0.137 мм	1+*j*·2 2+*j*·9 0.142 мм

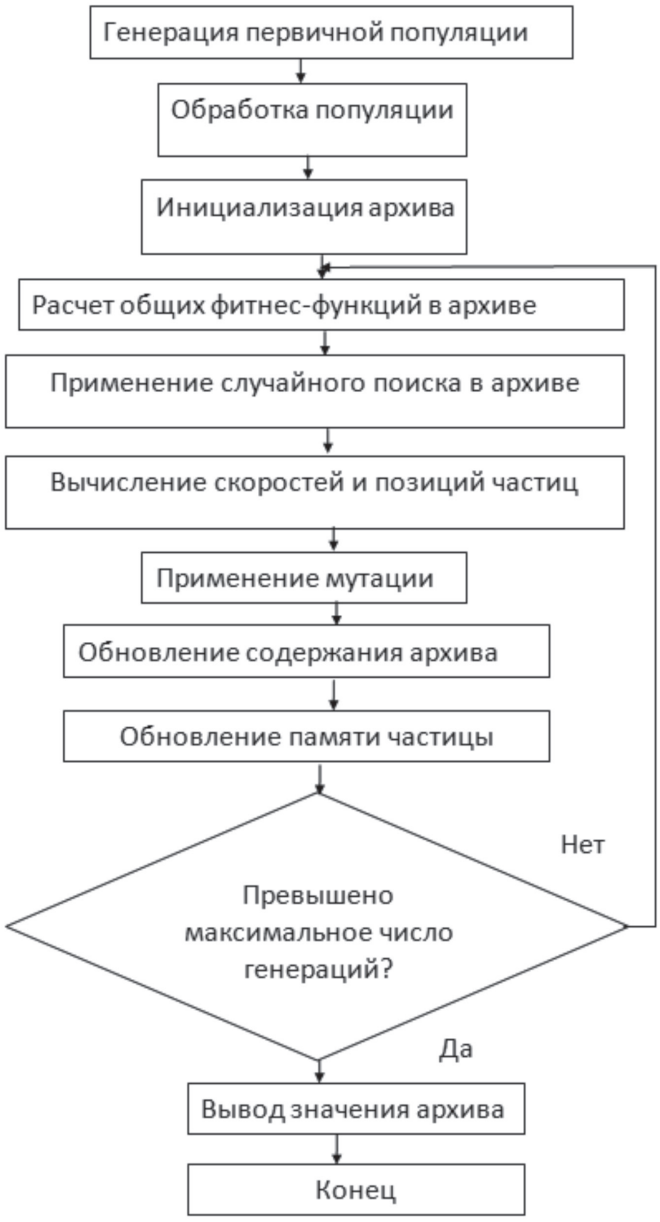


Рис. 2. Блок-схема алгоритма

Список литературы

1. Чопоров О.Н. Методы анализа значимости показателей при классификационном и прогностическом моделировании / О.Н. Чопоров, А.Н. Чупеев, С.Ю. Брегеда // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2008. – Т. 4; № 9. – С. 92–94.

2. Львович Я.Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения / Я.Е. Львович. – Воронеж: Изд-во «Кварта», 2006. – 415 с.

3. Львович Я.Е. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде / Я.Е. Львович, И.Я. Львович / Воронежский ин-т высоких технологий, Российский новый ун-т, Воронежский филиал. – Воронеж; ООО «Издательство «Научная книга», 2010. – 139 с.

4. Преображенский Ю.П. Оценка эффективности применения системы интеллектуальной поддержки принятия решений / Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. – № 5. – С. 116–119.

5. Пеньков П.В. Экспертные методы улучшения систем управления / П.В. Пеньков // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 108–110.

6. Косилов А.Т. Методы расчета радиолокационных характеристик объектов / А.Т. Косилов, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1; № 8. – С. 68–71.

7. Милошенко О.В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / О.В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 60–62.

8. Преображенский А.П. Методика прогнозирования радиолокационных характеристик объектов в диапазоне длин волн с использованием результатов измерения характеристик рассеяния на дискретных частотах / А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров // Системы управления и информационные технологии. – 2004. – Т. 14; № 2. – С. 98–101.

9. Львович И.Я. Расчет характеристик металлодиэлектрических антенн / И.Я. Львович, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1; № 11. – С. 26–29.

УДК 004.4:004.056.5:004.62

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Тамбовцев Г.А., Маркова А.А., Косых А.В.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

Работа посвящена исследованию вопросов, связанных с информационной безопасностью. Нет возможностей для того, чтобы полным образом устранить риск внутренних атак, но можно максимально сократить вероятность их возникновения, предприняв необходимый комплекс мер. Проведено рассмотрение некоторых из них: использование политик с минимальными привилегиями пользователя, использование продуктов фильтрации почтового контента, шифрование конфиденциальной информации. Разрабатываемая программа предназначена для сбора аналитической информации о действиях пользователей на компьютере и сохранения её в файл для последующего его просмотра и анализа. Для реализации программного решения описанной выше задачи удаленного администрирования были выбраны: в качестве языка программирования C# и C++, в качестве среды программирования – Microsoft Visual Studio 2012.Программа представлена файлом с настройкой пути к лог – файлу, лог – файлом, двумя исполняемыми файлами.

Ключевые слова: защита информации, программа, передача данных

THE DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR ANALYZING USER ACTIVITY

Tambovtcev G.A., Markova A.A., Kosykh A.V.

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

The paper is devoted to the study of issues related to information security. There are no opportunities to fully eliminate the risk of internal attacks, but you can minimize the likelihood of their occurrence by taking the necessary measures. Reviewed some of them: use policies with minimal user privileges, use of the products of filtering mail content, encryption of confidential information. Develop programs designed to collect analytical data about user activity on the computer and save it in a file for subsequent viewing and analysis. For the implementation of the software solutions described above tasks remote administration was selected as the programming language of C# and C++ as the programming environment – Microsoft Visual Studio 2012.The program presents a file by setting the path to your log file, log file, two binary files.

Keywords: information protection, program, data transfer

Внутренние атаки чаще всего совершаются людьми, которые имеют доступ к сети и системам. Это могут быть любые люди, злоупотребляющие своими привилегиями, такие как недовольные сотрудники, или материально ответственные люди, или временные работники, или соискатели, устраивающиеся на работу с целью взлома.

В связи с этим стоит ожидать различные ситуации [1–3], такие как преднамеренное заражение компьютеров, с целью нарушить работу, внедрение шпионских программ для получения информации о деятельности сотрудников, для кражи паролей или копирования конфиденциальной информации для дальнейшего использования.

Стратегии построения защиты большинства организаций направлены преимущественно на внешние вторжения. Объясняется это тем, что психологически человеку неприятно думать о том, что предать может кто-то «свой». Основа такой защиты заключалась в межсетевом экране, который стоит между пользователями, сервером и внешним миром. Но часто такой метод бывает ошибочным.

Предприятия защищаются в основном при помощи различных решений безопасности, таких как брендмауэр, системы обнаружения вторжений или унифицированного управления угрозами. Они занимаются фильтрованием сетевого траффика в поисках возможного нежелательного или вредоносного содержимого. К сожалению для таких методов внутренний трафик находится вне досягаемости.

В случае использования IDS перед администраторами сети появляется проблема. Ведь если необходимо защитить сеть изнутри целиком это потребует достаточно больших информационных мощностей и вычислительных ресурсов. К тому же при тотальном контроле повышается нагрузка на сети, что в конечном итоге потребует её перепланировку. Издержки на приобретение компонентов IDS и перепланировку сети могут повлечь сомнения в целесообразности такого подхода. Кроме того даже при максимальных затратах такие системы не обеспечивают защиту от неизвестных типов атак.

Конечно же, невозможно полностью устранить риск внутренних атак, но можно максимально сократить вероятность их возникновения, предприняв необходимый комплекс мер. Рассмотрим некоторые из них.

Использование политик с минимальными привилегиями пользователя, которых хватает только для решения поставленных задач. Этим обеспечивается недоступность данных всем пользователям. Такие данные должны предоставляться только тем пользователям, которым они нужны для работы, а не всем отделам.

Использование продуктов фильтрации почтового контента, например, для блокировки сообщений, содержащих определенные слова. Это необходимо для того, чтобы сотрудник не мог отправить конфиденциальные данные за пределы предприятия.

Необходимо использовать контроль USB устройств для предотвращения выноса информации, отключать USB устройства на компьютерах тех сотрудников, которым они не требуются. Так же с помощью специальных утилит можно вести журнал активности использования USB устройств.

При аудите доступа к файлам сотрудник не должен получать доступ к файлам, которые не нужны ему для работы.

Шифрование конфиденциальной информации усложнит доступ, как во внутренней, так и во внешней сети предприятия.

Это лишь некоторые методы, которые стоит предпринять для защиты своей сети от внутренних угроз.

В связи с тем, что на предприятии установлены компьютеры не высокой производительности, требования к системе обнаружения должны быть низкими. Она должна состоять из программы кейлоггера, который должен отслеживать нажатия клавиш в приложениях и записывать это в лог-файл, который должен располагаться в недоступном месте для пользователя. Лог-файл должен сканироваться системным администратором на предмет выявления угроз, ключевых слов и нажатий клавиш с определенной периодичностью, устанавливаемой самим администратором или контролирующей службой. Должна использоваться программа контроля USB устройств, которая должна вести журнал об интенсивности использования накопителей. Программный продукт должен работать в скрытом режиме и составлять и сохранять отчеты в указанном месте.

В свете требований [4–6], предъявляемых к процессу соблюдения политик ИБ, были рассмотрены возможности, предоставляемые рабочими станциями сети предприятия, указывающие на целесообразность разработки системы слежения за пользователями.

Разрабатываемая программа предназначена для сбора аналитической информации [7–9] о действиях пользователей на компьютере и сохранения её в файл для последующего его просмотра и анализа.

Сформулируем основные требования, предъявляемые к разрабатываемой системе мониторинга активности пользователей.

Во-первых, программный продукт должен отслеживать нажатия клавиш пользователем и отображать, в каком активном окне они были совершены. Это обусловлено необходимостью слежения за действиями пользователей, для выявления нарушения политик информационной безопасности а так же трудовой дисциплины.

Во-вторых, программа должна отслеживать и распознавать подключаемые USB устройства, а так же отслеживать создание, изменение и удаление файлов и папок находящихся на них. Это поможет отследить вынос конфиденциальной информации с предприятия.

В-третьих, программа должна запускаться и работать в скрытом от пользователя режиме, для предотвращения попыток обхода возможностей утилиты. Так же для упрощённого доступа к информации лог – файлы должны называться в соответствии с текущей датой и меняться при наступлении следующей.

В-четвертых, программа должна нормально функционировать в ОС Windows XP/7, быть устойчивой к сбоям, неправильным действиям пользователя, корректно обрабатывать возможные аварийные завершения (отключение питания).

Для реализации программного решения описанной выше задачи удаленного администрирования были выбраны: в качестве языка программирования – C# и C++, в качестве среды программирования – Microsoft Visual Studio 2012. Выбор обуславливается тем, что C# относится к семье языков с C-подобным синтаксисом, из них его синтаксис наиболее близок к C++ и Java. Язык имеет статическую типизацию, поддерживает полиморфизм, перегрузку операторов (в том числе операторов явного и неявного приведения типа), делегаты, атрибуты, события, свойства, обобщённые типы и методы, итераторы, анонимные функции с поддержкой замыканий, LINQ, исключения, комментарии в формате XML.

Программа представлена файлом с настройкой пути к лог – файлу, лог – файлом, двумя исполняемыми файлами.

В программе предусмотрено начало работы при старте системы. Так как программа не имеет интерфейса, при запуске она

никак не оповещает пользователя о активности. Единственное, что может заметить пытливый взгляд пользователя это подозрительное имя процесса, который отображается в диспетчере задач.

Для указания места создания лог – файлов используется файл *. bat в котором в текстовом виде латинскими буквами пишется путь.

При открытии лог-файла можно увидеть сообщение о начале мониторинга, также видно сообщение о нажатии клавиш или их комбинаций и название активного окна в момент нажатия клавиш.

При подключении USB устройства создается сообщение о начале наблюдения или об ошибке, в случае его невозможности и сообщения о создании, изменении или удалении файлов.

При включении компьютера с установленным USB устройством сообщение о начале наблюдения не создается, но отслеживание активности исправно производится.

Перед всеми событиями указывается время, в которое они произошли.

Так же в работе представлена программа, которая сканирует лог файлы по требованию. В процессе выполнения продукт действует по определенным алгоритмам [10] и помечает курсивом подозрительные сообщения. Примеры сообщений, которые должны считаться подозрительными указывает ответственный сотрудник. Все найденные и помеченные сообщения переносятся в отдельный файл, что должно облегчить мониторинг подозрительной активности пользователя.

Программа имеет интерфейс, в котором указывается расположение основного лог – файла и файла предупреждений. Так же в программе присутствует библиотека подозрительных сочетаний клавиш, которые должны отслеживаться.

Выводы по работе. В процессе выполнения данной работы были рассмотрены различные системы анализа активности пользователей и программного обеспечения. Подробно рассмотрены системы отслеживания действий пользователей, такие как кейлоггеры и USB мониторы. Были изучены существующие материалы по данной теме, произведено ознакомление с алгоритмической и методологической базой. На основе произведенного анализа принципов мониторинга был разработан программный продукт на языке C#, выполняющий задачи отслеживания нажатий клавиш и их комбинаций, активных окон во время нажатий, а также распознавание и слежение за USB устройствами.

Список литературы

1. Львович И.Я. Факторы угрозы экономической безопасности государства / И.Я. Львович, А.А. Воронов, Ю.П. Преображенский // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9. № 1. – С. 36–39.

2. Львович И.Я. Применение методологического анализа в исследовании безопасности / И.Я. Львович, А.А. Воронов // Информация и безопасность. – 2011. – Т. 14; № 3. – С. 469–470.

3. Воронов А.А. Обеспечение системы управления рисками при возникновении угроз информационной безопасности / А.А. Воронов, И.Я. Львович, Ю.П. Преображенский, В.А. Воронов // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9; № 2. – С. 8–11.

4. Пеньков П.В. Экспертные методы улучшения систем управления / П.В. Пеньков // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 108–110.

5. Черников С.Ю. Использование системного анализа при управлении организациями / С.Ю. Черников, Р.В. Корольков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2014. – № 2 (5). – С. 16.

6. Преображенский Ю.П. Разработка методов формализации задач на основе семантической модели предметной области / Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 075–077.

7. Зяблов Е.Л. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования / Е.Л. Зяблов, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. – № 5. – С. 024–026.

8. Фомина Ю.А. Принципы индексации информации в поисковых системах / Ю.А. Фомина, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2010. – № 7. – С. 98–100.

9. Зяблов Е.Л. Построение объектно-семантической модели системы управления / Е.Л. Зяблов, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 029–030.

10. Лисицкий Д.С. Построение имитационной модели социально-экономической системы / Д.С. Лисицкий, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 135–136.

УДК 004.3:658

О СОЗДАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА В CALL-ЦЕНТРЕ

Чернышов И.Г., Сысоев Г.В., Тимохин Д.Г.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

В работе рассмтариваются возможности создания автоматизированного рабочего места специалиста call-центра, активно использующего в своей работе теорию массового обслуживания. Формирование модели информационной системы начинается с того, что описывается функционирование системы в общем в виде контекстных диаграмм. После того, как описана контекстная диаграмма, делают функциональную декомпозицию. Во время осуществления анализа по предметной области были выделены соответствующие сущности. Серверная часть должна хранить сведения о заявках, сотрудниках, книгу контактов а так же обеспечивать связь операторов между собой при помощи чата и статусов. Клиентская часть получает список заявок и информацию о них и имеет доступ к общей книге контактов. Указаны статусы обращений, которые можно менять. По информационной модели была разработана программа.

Ключевые слова: управление, программный продукт, клиент, сервер

ON CREATION OF THE AUTOMATED WORKPLACE OF THE OPERATOR IN CALL-CENTER

Chernyshov I.G., Sysoev G.V., Timokhin D.G.

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

In the work rassmatrivayutsya the possibility of creating an automated workplace of the specialist call-centre, is actively using the theory of mass service. Building a model of an information system starts with the description of the functioning of the whole system in a context diagram. After describing the context diagram is the functional decomposition. During the analysis of the subject area have been allocated to the entity. The server part needs to store data on applications, employees, book of contacts as well as to provide communication between operators via chat and statuses. The client part receives the list of applications and information about them and has access to a shared contact book. Indicate the status of cases that can be changed. For the information of the model program was developed.

Keywords: management, software, client, server

С появлением техники и развитием технологий, появлением компьютерных и автоматизированных систем в XX веке все больше стали развивать и применять теорию массового обслуживания (ТМО). А в нашем сегодняшнем мире невозможно представить, как большие компании смогли бы справляться с поистине огромным потоком информации [1, 2], если бы не использовали эту теорию на практике.

Целью работы явилось – создать автоматизированное рабочее место специалиста call-центра, активно использующее в своей работе теорию массового обслуживания.

Массовое обслуживание встречается в различных сферах, но везде она весьма тонка и сложна. Коммерческая деятельность, которая связана с выполнением многочисленных операций [3–5] на этапах продвижения, например товаров из сферы производства в потребительскую область. В качестве таких операций можно указать погрузку товаров, перевозку, разгрузку, процессы хранения, обработку, фасовку, реализацию. Помимо этих базовых операций процесс передвижения товаров сопровождается огромным числом операций: предварительные, подготовительные, сопутствующие, параллельные и последующие с платежными документами, тарой, денежными ресурсами, автотранспортом, клиентами и др.

Изучение аппарата систем массового обслуживания входит в образовательный курс, касающийся моделирования систем. Основная идея при этом состоит в том, что процессы представляются как потоки заявок, которые имеющие какие-то значения интенсивностей. Созданы языки моделирования, в рамках них есть возможности исследования таких процессов.

Одной из основных задач, которую решают в системах, относящихся к массовому обслуживанию, является, по-возможности, уменьшение времени на обслуживание.

Заявки вследствие массовости поступлений на обслуживание идет возникновение потоков, которые до того, как выполнены операции обслуживания называют входящими, а после возможных ожиданий старта обслуживания, т.е. простоев в очередях, образуют потоки обслуживания в каналах, а потом идет формирование выходящего поток заявок.

В качестве предмета теории массового обслуживания можно считать формиро-

вание математических моделей, которые связывают заданные условия функционирования СМО (количество каналов, их производительность, характеристики потоков заявок и др.) с показателями эффективности СМО, которые описывают ее способности справляться с потоком заявок.

Колл-центр (call-center, центр обработки звонков) – пример разомкнутой системы массового обслуживания с ожиданием, в которой входящий поток заявок клиентов не ограничен. Для оценки и оптимизации качества обслуживания в колл-центре можно воспользоваться аналитическим методом теории массового обслуживания.

Исходя из этого целью конечной оценки функционирования колл-центра является установление взаимосвязи между всеми потоками клиентов, числом операторов, производительностью отдельно взятого оператора и эффективностью обслуживания. Это необходимо для выявления направлений повышения качества обслуживания клиентов.

Для осуществления процессов по анализу и реорганизации бизнес-процессов создано CASE-средство, относящееся к верхнему уровню, AllFusion Process Modeler r7.1.

Формирование модели информационных систем стартует с описания того, как работает система в общем виде в виде контекстных диаграмм.

После того, как описана контекстная диаграмма осуществляется функциональная декомпозиция – систему разбивают на подсистемы и этих подсистемах [6, 8] идет описание отдельным образом (диаграммы декомпозиции). Потом каждую подсистему разбивают на более маленького размера и так далее до того, как будет достигнута требуемая степень подробности. Как результат этого разбиения, каждый фрагмент системы изображают в отдельных диаграммах декомпозиции.

После последующего разбиения диаграммы имеем три диаграммы декомпозиции, описывающие работы.

Во время анализа предметной области были выделены следующие *сущности*:

• Обращение (Номер обращения, Идентификатор инцидента, Идентификатор исполнителя, Идентификатор приоритета, Идентификатор статуса, ФИО клиента, Номер телефона клиента, Время открытия, Время закрытия, Время выполнения, Номер клиента, Удалена, Отклонена).

• Данные обращения (Номер обращения, Образ данных).

• Комментарий заявки (Номер заявки, Время комментария, Комментарий).

Также в предметной области выделены следующие справочники:

• Тип инцидента (Идентификатор, Имя инцидента)

• Статус заявки (Идентификатор, Имя статуса)

• Приоритет заявки (Идентификатор, Имя приоритета)

• Исполнитель (Идентификатор, Имя исполнителя)

Описанные выше сущности образуют связи, описанные в табл. 1.

Таблица 1

Связи между сущностями

Название сущности	Вид связей	Название сущности
Тип инцидента	Единичный – ко многим	Заявка
Статус заявки	Единичный – ко многим	Заявка
Приоритет заявки	Единичный – ко многим	Заявка
Исполнитель	Единичный – ко многим	Заявка
Заявка	Единичный – к одному	Данные заявки
Заявка	Единичный – к одному	Комментарий заявки

На базе инфологической модели была создана даталогическая модель. С тем, чтобы хранить экземпляры выбранных сущностей сформирована база данных. Есть соответствие каждой сущности в предметной области одной таблицы в базе данных.

admins» – соответствует сущности Исполнитель (табл. 2)

Таблица 2

Информационная таблица «admins»

Наименование поля	Тип поля	Описание
id_users	Счетчики	Идентификатор
admin	Текстовый (50)	Имя исполнителя

«attach» – соответствует сущности Данные заявки (табл. 3).

Таблица 3

Информационная таблица «attach»

Наименование поля	Тип поля	Описание
id_ticket	Счетчики	Идентификатор
image	Двоичные данные	Образ данных

«comments» – соответствует сущности Комментарий (табл. 4).

Таблица 4

Информационная таблица «comments»

Наименование поля	Тип поля	Описание
id_ticket	Счетчики	Идентификатор
dt_comments	Дата и время	Время комментария
comments	Текстовый	Комментарий

«incident – соответствует сущности Тип инцидента (табл. 5).

Таблица 5

Информационная таблица «incident»

Наименование поля	Тип поля	Описание
id_incident	Счетчики	Идентификатор
name_incident	Текстовый (50)	Имя инцидента

«priority» – соответствует сущности Приоритет заявки (табл. 6).

Таблица 6

Информационная таблица «priority»

Наименование поля	Тип поля	Описание
id_priority	Счетчики	Идентификатор
name_priority	Текстовый (20)	Приоритет

«status – соответствует сущности Статус заявки (табл. 7).

Таблица 7

Информационная таблица «status»

Наименование поля	Тип поля	Описание
id_status	Счетчики	Идентификатор
name_status	Текстовый (20)	Статус

После того, как все таблицы БД созданы, необходимо установить связи между таблицами и задать ограничения ссылочной целостности в окне схемы данных. была спроектирована и разработана программа Автоматизированное рабочее место оператора колл-центра «Smart Call Center».

При разработке структуры такой программы был выбран клиент-серверный вариант: на сервере или отдельно выбранной рабочей станции устанавливается серверная часть АРМ, а на каждом компьютере оператора – клиентская часть.

Серверная часть АРМ должна хранить сведения о заявках (контактные данные, статус рассмотрения), сотрудниках (логин, пароль в зашифрованном виде), книгу контактов (имена, названия компаний, контактные данные), а так же обеспечивать связь операторов между собой при помощи чата и статусов.

Клиентская часть АРМ должна позволять подключаться с любого компьютера, на котором установлен АРМ, любому пользователю. Клиентская часть также будет получать список заявок и информацию о них [9, 10] и иметь доступ к общей книге контактов. Оператор также сможет воспользоваться чатом для связи с сотрудниками, а старшие специалисты смогут видеть статистику об операторах: информацию о текущем статусе, активно ли сейчас окно АРМ у того или иного оператора и т.д.

Серверная часть АРМ при запуске создает хост на стандартном для неё порте 6121 или на том порте, который задаст администратор АРМ. Для обмена данными сервер создает несколько каналов для различных целей.

При первом запуске программы у неё есть стандартные учетные данные:

• логин: admin

• пароль: admin

Для обеспечения безопасной работы колл-центра стандартный пароль рекомендуется незамедлительно сменить.

При любой сетевой активности (попытка подключения, изменение статуса клиента и т.д.) сервер будет добавлять соответствующую строчку в текстовый файл – лог.

При любой сетевой активности (попытка подключения, изменение статуса клиента и т.д.) сервер будет добавлять соответствующую строчку в текстовый файл – лог.

Когда оператор АРМ запускает клиентскую часть, программа проверяет необходимые для своей работы файлы на предмет повреждения, затем выдаёт пользователю окно авторизации.

Чтобы создать заявку, специалисту достаточно щелкнуть по кнопке «Новое обращение». Откроется окно, в котором есть следующие поля:

Номер заявки проставляется автоматически. Необходимо выбрать клиента, от которого поступило обращение. Сделать это можно при помощи кнопки «…». В поле «Ответственный» необходимо выбрать сотрудника, которому назначается выполнение обращения.

Статусы обращений бывают следующие:

• Принята;

• Закрыта;

• Отменена;

• Передана.

Для успешной регистрации обращения также необходимо указать приоритет. Заявки можно группировать по отделам, для которых есть отдельное поле.

Специалисты могут пользоваться чатом (в рабочих целях). Специалисты могут менять статусы:

• В сети;

• На обеде;

• Нет на месте.

В ходе выполнения работы были изучены предмет теории массового обслуживания, системы массового обслуживания, методы, применяемые в таких системах.

На основе изученных методов была разработана модель информационной системы, которая использует теорию массового обслуживания и ее постулаты.

По информационной модели была разработана программа «Smart Call Center». Разработанная система автоматизированного рабочего места «Smart Call Center» позволяет успешно и эффективно выполнять задачи обработки и хранения поступающих обращений, поддерживает работу по сети, разграничение пользователей по ролям, включает в себя возможность контроля сотрудников со стороны старших специалистов.

Серверная часть «Smart Call Center» обеспечивает широкий функционал, имеет возможность автоматического резервного копирования по заданному расписанию, обладает гибкими настройками. Так же обеспечивается надежная работа сетевой составляющей, благодаря кроссплатформенной библиотеке Lacewing.

Выводы. Таким образом, в данной работе даны предложения по основным компонентам программного продукта, предназначенного для формирования автоматизированного места оператора call-центра.

Список литературы

1. Преображенский Ю.П. Разработка методов формализации задач на основе семантической модели предметной области / Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 075–077.

2. Пеньков П.В. Экспертные методы улучшения систем управления / П.В. Пеньков // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 108–110.

3. Львович И.Я. Факторы угрозы экономической безопасности государства / И.Я. Львович, А.А. Воронов, Ю.П. Преображенский // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9. № 1. – С. 36–39.

4. Львович И.Я. Применение методологического анализа в исследовании безопасности / И.Я. Львович, А.А. Воронов // Информация и безопасность. – 2011. – Т. 14. № 3. – С. 469–470.

5 . .Воронов А.А. Обеспечение системы управления рисками при возникновении угроз информационной безопасности / А.А. Воронов, И.Я. Львович, Ю.П. Преображенский, В.А. Воронов // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9; № 2. – С. 8–11.

6. Черников С.Ю. Использование системного анализа при управлении организациями / С.Ю. Черников, Р.В. Корольков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2014. – № 2 (5). – С. 16.

7. Зяблов Е.Л. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования / Е.Л. Зяблов, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. – № 5. – С. 024–026.

8. Фомина Ю.А. Принципы индексации информации в поисковых системах / Ю.А. Фомина, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2010. – № 7. – С. 98–100.

9. Зяблов Е.Л. Построение объектно-семантической модели системы управления / Е.Л. Зяблов, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 029–030.

10. Лисицкий Д.С. Построение имитационной модели социально-экономической системы / Д.С. Лисицкий, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 135–136.

УДК 621.396

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Шельгорн Я.В.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

Проведение процессов оптимизации процесса производства радиоэлектронной аппаратуры является сложной задачей вследствие того, что есть большое число различных технологических операций. Те многие разработанные алгоритмы контроля и управления качеством технологических процессов и оптимизации базируется на применение способов математической статистики. В качестве основных преимуществ таких методов можно отметить их универсальность и относительная простота реализации: при наличии некоторого количества статистических данных и программ, которые следят за состоянием процессов в режимах реального времени. Но в качестве одного из заметных недостатков использования статистических методов можно отметить необходимость существование достаточного количества экспериментальных данных. При этом также требуется учитывать, что статистическая модель является описанием только конкретного процесса, а экстраполяция, применяемая при построении статистических моделей практически всегда сопряжена с большой ошибкой.

Ключевые слова: радиоэлектронная аппаратура, проектирование, моделирование, оптимизацияф

ABOUT THE POSSIBILITIES OF OPTIMIZING THE PRODUCTION OF ELECTRONIC EQUIPMENT

Schelgorn Y.V.

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

Conducting processes optimization of the production process of electronic equipment is a complex task due to the fact that there are a large number of different technological operations. The many algorithms control the quality of processes and optimization based on the application of methods of mathematical statistics. The main advantages of such methods can be noted for their versatility and relative simplicity of implementation: in the presence of a certain amount of statistical data and programs that monitor the status of processes in real time. But as one of the notable disadvantages of using statistical methods it is possible to note the necessity of the existence of a sufficient number of experimental data. It also requires to take into account that a statistical model is a description of a specific process, and extrapolation used when constructing statistical models almost always involves a big mistake.

Keywords: **electronic equipment, design, modeling, optimization**

Проведение оптимизации процессов при производстве большого числа блоков радиоэлектронной аппаратуры представляет собой довольно сложную задачу вследствие того, что привлекается большое число разных технологических операций [1].

Долгое время радиоэлектронную аппаратуру разрабатывали на базе блочного метода конструирования, в котором предусмотрено, что аппаратура расчленяется с тем, чтобы была ее стандартизация и унификация до уровней блоков (поэтому так и назван метод).

Но такой метод конструирования не давал возможности для автоматизации производственных процессов по сборке и монтажу аппаратуры и постепенно, по мере того, как усложнялась аппаратура, его заменили на функционально-узловой метод, в нем идет составление сложных функциональных схем на базе простых функциональных узлов.

Активное внедрение подобного метода основывается на возможностях применения ограниченных наборов функциональных узлов при формировании определенных классов аппаратуры, это дало возможности для решения задач их унификации.

Выпуск унифицированных функциональных узлов (микросхем, имеющих различное функциональное назначение и уровень интеграции – количество элементов относительно одного кристалла или для одного корпуса микросхем) происходит серийным образом в специализированных предприятиях.

Количество специфических схем и узлов в действующей радиоэлектронной аппаратуре имеет только 15–30 %.

Для многих случаев их можно реализовать на основе такой же конструктивно-технологической базы, что для унифицированных узлов. Использование функционально-узлового метода дало возможности для автоматизации производственных процессов сборки и монтажа аппаратуры, уменьшить значение ее себестоимости, уменьшить сроки разработок и увеличить надежность.

Кроме функционально-узлового метода в конструировании, в котором предусмотрено формирование конструкций радио-

аппаратуры на базе микросхем, которые выполняю простые функции по усилению, генерации и преобразованию сигналов, в существующих условиях все большее значение имеет способ, базирующийся на применении больших интегральных схем (БИС).

Для промышленной сферы есть два направления, связанных с развитием БИС: построение полупроводниковых (монолитных) и гибридных БИС. Полупроводниковые БИС являются конструкциями, которые состоят из нескольких тысяч полупроводниковых компонентов, которые изготовлены в ходе единого технологического процесса относительно одной общей полупроводниковой пластине.

Для гибридных БИС рассматривают их как сборные конструкции, в них вначале отдельным образом для миниатюрных подложек на базе пленочной технологии ведут изготовление пассивных элементов схем (резисторов, конденсаторов и индуктивных катушек), а потом на коммутационных подложках такие элементы соединяют исходя из заданной принципиальной схемы при твердотельных матрицах диодов, транзисторов и бескорпусных ИС.

В существующих условиях многие из разрабатываемых алгоритмов для контроля и управления качеством в технологических процессах (ТП) и при осуществлении оптимизации базируются на подходах, связанных с математической статистикой.

В качестве основных преимуществ подобных способов можно назвать их универсальность (то есть возможности использования по каждому ТП) и при этом обеспечивается относительная простота реализации: когда существуют некоторые совокупности статитистических данных и программ, которые следят за тем, чтобы было требуемое состояние процессов в режимах реального времени, при этом можно достаточно просто осуществлять моделирование по каждой отдельной технологической операции, а в дальнейшем и получить модель всего ТП.

Но можно отметить и определенные недостатки использования статистических подходов [2] при этом необходимо, чтобы было достаточное количество экспериментальных данных [3].

Следует понимать, что статистические модели представляют собой описанием по только конкретному ТП (при учете соответствующих параметров ТЗ ситуаций, подстроек компонентов технологического оборудования, способов производств и других), а если применять экстраполяцию, которая появляется при формировании статистических моделей во многих практических случаях ведет к тому, что появляется большая ошибка.

Во многих прикладных вариантах, проведение статистического моделирования ведет к тому, что сравниваются значения по определенным параметрам (входным или выходным) в ходе ТП с реальными значениями.

Затем идет формирование некоторого интервала по значениям параметров процессов (говорят о доверительном интервале), значения внутри него рассматриваются как допустимые при конкретной физической величине, вне интервала – говорят о недопустимых значений.

Проведение выбора подобного интервала часто происходит в зависимости от того, какое количество статистических данных: при большем разбросе значений тех параметров, которые контролируются имеем (большее значение по среднему отклонению), которые характеризуют конкретно изготавливаемую и формируемую партию радиоэлектронных компонентов.

При увеличении более широких границ по доверительному интервалу: чем большая выборка осуществляется, тем более узкие допустимые границы будут устанавливаться в системе.

Указанные границы по каждой из новых операций устанавливаются предварительно и в ходе ТП не могут быть измененными [4, 5].

Применение адаптивных методов оптимизации производства радиоэлектронной аппаратуры базируются на том, что изменяются текущие параметры в зависимости от того, какие входные данные.

Основным преимуществом подобных методов является проведение самооптимизации [6, 7] при изменениях требованиях к ТП и внешним условиям.

Например, можно принимать во внимание то, что происходит устаревание технологического оборудования в процессах его эксплуатации.

Для общих случаев применяется принцип максимального приближения к идеальным значениям по каждому из параметров оптимизации в разных технологических операциях.

Вследствие того, что связи среди параметров различны (некоторые из них будут противоречивыми (взаимоисключающими)), трудно одновременным образом получить радиоэлектронное устройство,

имеющее идеальные выходные характеристики – физические, практические и экономические.

Исходя из выше указанного, в предлагаемой для разработки подсистеме оптимизации ТП производства радиоэлектронной аппаратуры авторами настоящей работы предлагается использовать один из методов многокритериальной оптимизации.

Техническое исполнение современных микроэлектронных устройств, в том числе различных микросхем, является весьма сложным, в этой связи проведение эффективной их разработки невозможно без применения специального программного обеспечения – систем автоматизированного проектирования (САПР) [8].

Автором данной работы предлагается применение модуля оптимизации ТП, который осуществляет построение математической модели при производстве радиоэлектронной аппаратуры с учетом причинно-следственных связей между показателями качества элементов (узлов, блоков) радиоэлектронной аппаратуры параметров физической структуры, а также учитывает влияние неконтролируемых параметров, возникающих в ходе ТП производства радиоэлектронной аппаратуры

Создана модульная структура процесса интеграции выходных файлов САПР в процесс производства радиоэлектронной аппаратуры.

Принцип взаимодействия модулей предлагается следующий: на этапе производства, выходные файлы загружаются в базу данных.

Затем в автоматическом режиме или вручную с помощью интерфейса оператора происходит выбор оборудования для производства, а также при помощи модуля задания стандартов определяются допуски, критические величины и выходные значения параметров радиоэлектронной аппаратуры: с учетом требуемых стандартов качества (согласно ТЗ или ГОСТу).

На основе модуля управления данные процессов передаются в АСУ. При помощи модуля оптимизации технические работники (контролеры на производстве / технологи) при реализации ТП получают данные о надежности приборов, которые изготавливаются и оценки влияния технологических факторов, на работоспособность разрабатываемого радиоэлектронного устройства на основе анализа данных, сохраненных при производстве ранее изготовленных радиоэлектронных устройств.

В результате, применение предлагаемого модуля даст возможности для того, чтобы сохранить и учитывать в дальнейшем настройки по оборудованию для конкретной серии радиоэлектронных устройств.

Основная задача состоит в том, чтобы повысить эффективности ТП состоит в создании и настройке (подстройки под конкретные параметры выходных характеристик радиоэлектронной аппаратуры в зависимости от типа изделия, производимого в данный момент): в АСУ ТП помимо функции управления текущим ТП [9], должна быть реализована возможность хранения данных (система баз данных), являющихся характеристиками ТП и (или) влияющими на конечные характеристики изготавливаемых радиоэлектронных устройств – настроек оборудования в зависимости от типа производимых радиоэлектронных устройств, показания КИП (датчиков) в момент производства радиоэлектронных устройств записи сообщений о сбоях и ошибках в ТП, которые впоследствии можно будет использовать для прогнозирования характеристик изделий при производстве новой серии аналогичных радиоэлектронных устройств для анализа параметров ТП – настроенности, эффективности с целью их улучшения, поиска ошибок в ТП, оценки экономической эффективности производства радиоэлектронных устройств.

АСУ ТП должна состоять из нескольких модулей (подсистем) – подсистемы управления технологическими операциями (каждой технологической операции), управления режимами ТП, модуля управления транспортными операциями, подсистемы межоперационного контроля и работать в режиме реального времени.

Таким образом, АСУ ТП производства радиоэлектронной аппаратуры должна обеспечивать трансляцию информации от конструктора до производства, имея при этом обратные связи, которые позволяют вести разработку новых модификаций, устранять ошибки, выявленные в ходе производства, производить текущий контроль производства.

Для оптимизации производства в составе АСУ ТП применяются различные системы управления качеством производимых радиоэлектронных изделий, в состав которых входят подсистемы оптимизации производства.

Под предлагаемой авторами данной работы подсистемой оптимизации понимается автоматизированная система, обеспечи-

вающая различные виды воздействий на ТП производства радиоэлектронной аппаратуры на любом этапе производства с целью улучшить качество выпускаемой продукции: уменьшить количество бракованных (или не соответствующих техническим требованиям, предъявляемым к изделиям согласно ТЗ (негодных)), улучшить качество производимых в данной момент серии радиоэлектронной аппаратуры, используя ранее полученные данные.

Список литературы

1. Самойлова У.А. Анализ сложных электродинамических объектов на основе параллельных вычислений / У.А. Самойлова // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–2. – С. 55–56.

2.Ашихмин А.В. Итерационный алгоритм решения задач дифракции электромагнитных волн в частотной области / А.В.Ашихмин, А.П.Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 38–40.

3. Преображенский А.П. Моделирование рассеяния электромагнитных волн на несимметричном объекте / А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров, К.В. Кайдакова // В мире научных открытий. – 2015. – № 8. – С. 526.

4. Щербатых С.С. Метод интегральных уравнений как основной способ анализа в САПР антенн / С.С. Щербатых // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1 (12). – С. 10.

5. Преображенский А.П. О применении комбинированных подходов для оценки характеристик рассеяния объектов / А.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2014. – № 12. – С. 69–70.

6. Милошенко О.В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / О.В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 60–62.

7. Казаков Е.Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети wi-fi / Е.Н. Казаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1 (12). – С. 13.

8. Ерасов С.В. Проблемы электромагнитной совместимости при построении беспроводных систем связи / С.В. Ерасов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 137–143.

9. Lvovich Ya.Ye. The use of «ant» algorithm in constructing models of objects that have maximum average values of the scattering characteristics / Ya.Ye. Lvovich, I.Y. Lvovich, A.P. Preobrazhenskiy, O.N. Choporov // Life Science Journal. – 2014. – Т. 11. – № 12. – С. 463–466.

УДК 004.424

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В СЛОЖНОЙ СИСТЕМЕ

Шкирман С.О.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

Задачи, связанные с распределением ресурсов относят к оптимизационному типу и их можно рассматривать как в односетевых, так и в многосетевых комплексах работ. Дается квалификация подобных задач. Указаны методы математического программирования и эвристические методы, которые можно применять для решения задач, показано, каким образом их можно разделить на четыре группы. Методы, связанные с распределением ресурсов при переменной интенсивности потребления ресурсов основываются на возможности изменения интенсивностей потребления ресурсов во время исполнения любых работ, что ведет в конечном итоге к тому, что сокращается продолжительность исполнения работ и увеличивается коэффициент использования ресурсов. Составлена математическая модель задачи распределения ресурсов в виде задачи линейного программирования. Построен алгорим на основе симплекс-метода.

Ключевые слова: распределение ресурсов, система, симплекс-метод, линейное программирование

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF ALGORITHM FOR RESOURCE ALLOCATION IN A COMPLEX SYSTEM

Shkirman S.O.

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

Problems associated with the distribution of resources relates to the type of optimization and can be regarded as in one-net and multi-nets systems work. Given the qualification of such problems. The methods of mathematical programming and heuristic methods that can be applied for solving problems, shows how they can be divided into four groups. Methods related to the allocation of resources under variable intensity of resource consumption are based on the possibility of changing the intensities of resource consumption during the execution of any work which leads ultimately to the fact that decreasing the duration of the execution of the work and increases the resource utilization. The mathematical model of the problem of resource allocation in the form of a linear programming problem. Built algorism based on the simplex method.

Keywords: resource allocation, system, simplex method, linear programming

Сложная система – система, для которой характеристики отношений местоположений по элементам (или группам элементов) играют большую роль, если рассматривать функционирование систем, то есть, и с точки зрения проведения анализа и синтеза систем.

В сложных системах характерным является то, что функции, ресурсы распределяются между совокупностью элементов (узлов) и отсутствует единый управляющий центр, в этой связи, если выйдет из строя один из узлов, то при этом не будет полная остановка всей системы.

На основе вышесказанного можно обосновать актуальность данной работы, цель которой заключается в построении эффективной модели распределения электрических ресурсов, разработке и реализации алгоритма расчета параметров рассматриваемой сложной системы.

В соответствии с целью выделим основные задачи:

• сформулировать задачу распределения электрических ресурсов в системе;

• построить математическую модель задачи;

• обосновать выбор математического метода решения задачи;

• разработать алгоритм расчета параметров распределенной системы электропитания;

• реализовать алгоритм в системе математических вычислений MATLAB;

• проанализировать полученные результаты расчетов и выполнить прогноз параметров сложной электрической системы.

Задачи, связанные с распределением ресурсов относят к оптимизационному типу и их можно рассматривать как в односетевых, так и в многосетевых комплексах работ [1–3]. Исходя из результатов решения задач распределения ресурсов, проводят составление календарного плана исполнения комплекса работ, то есть по каждой работе идет указание дат ее начала и окончания при учете обусловленных технологиями последовательностей их выполнения так, чтобы были удовлетворены оптимальные значения целевой функции и не было нарушение ограничений, которые задаются, когда ставится задача распределения ресурсов [4]. Существует весьма большое количество разных постановок подобных задач, их есть воз-

можность распределить по трем основным группам, в зависимости от того, какой принимается критерий оптимальности и вид ограничений:

– задачи, связанные с распределением ресурсов, при котором достигается минимизация времени по осуществлению комплекса работ при этом выполняются заданные ограничения для используемых ресурсов;

– задачи, связанные с распределением ресурсов, при котором происходит удовлетворение наилучшего значение определенного показателя по качеству применения ресурсов для заданных сроков исполнения всего комплекса, во многих случаях в такой постановке идет минимизация максимальных значений по потребляемым ресурсам;

– задачи, связанные с распределением ресурсов в смешанных постановках, где, например, для определенных сетях в многосетевых разработках идет минимизация времени исполнения комплекса работ для заданных уровней применяемых ресурсов, а для других – идет минимизация уровней потребления ресурсов для заданных сроках исполнения комплекса.

Способы решения задач по распределению ресурсов [5] можно условным образом разделить по: 1. методам математического программирования; 2. эвристическим; 3. комбинированным.

Методы в первом направлении реализуют на основе средств целочисленного динамического, статистического, линейного, нелинейного, программирования. Во втором направлении рассматривают методы, которые базируются на эвристических правилах (методе последовательного фронтального распределения, методе последовательного растяжения, методе последовательной корректировки плана и др.).

Для комбинированных методов решения задач по распределению ресурсов в качестве основы рассматривают сочетание методов математического программирования и эвристических методов и их можно условным образом разделить на четыре группы:

1. методы, которые используют результаты решения задачи на основе эвристических методов в качестве исходных данных с тем, чтобы в дальнейшем осуществлять решение на основе методов математического программирования;

2. методы, в рамках которых происходит предварительное эвристическое деление основных задач на частные задачи, которые решаются на базе методов математического программирования;

3. методы, применяющие эвристические правила, когда формируются условия задачи, которая решается методами математического программирования;

4. усеченные методы математического программирования.

Методы, связанные с распределением ресурсов есть возможность разбить на методы, при переменной и постоянной интенсивности использования ресурсов, применяемых на работах. Методы, связанные с распределением ресурсов при переменной интенсивности потребления ресурсов основываются на возможности изменения интенсивностей потребления ресурсов во время исполнения любых работ, что ведет в конечном итоге к тому, что сокращается продолжительность исполнения работ и увеличивается коэффициент использования ресурсов. В результате того, что решаются данные задачи, можно получить зависимость оптимальных значений потребляемых ресурсов от длительности каждой работы сетевой модели [6, 7].

В случаях, когда рассматриваются небольшие сетевые модели задачи распределения ресурсов при переменной интенсивности можно решать на основе того, что проводится интуитивное перераспределение ресурсов. Когда используются графики больших размерностей требуется привлекать методы математического программирования.

Методы, связанные с распределением ресурсов при условии постоянной интенсивности потребления ресурсов, применяемых на работах, есть возможность разбить по двум большим группам:

– методы, рассматривающие фиксированную интенсивность потребления ресурсов;

– методы, рассматривающие фиксированный диапазон по возможным значениям интенсивностей потребления ресурсов.

Когда используются методы, относящиеся к первой группе, то заранее идет задание интенсивности потребления ресурсов и проводится поиск по оптимальным срокам начала и окончания работ. В качестве недостатка таких алгоритмов можно отметить то, что качество решения, которое определяется, прежде всего, на основе коэффициента использования ресурсов, большей частью зависит от того, какие интенсивности потребления ресурсов, которые назначают, базируясь на опыте и инструкции.

Когда используются методы, относящиеся ко второй группе, производится поиск по оптимальным интенсивностям потребле-

ния ресурсов во внутренней области заданных диапазонов, а также по срокам старта и окончания работы. Размерности подобных задач, которые решаются на основе классических методов математического программирования при реальных сетевых моделях, будут неприемлемы для современных объектов вычислительной техники.

Одним из условий того, что применим метод динамического программирования являют возможности разбиения процессов оптимизации решения на совокупность однотипных шагов (этапов), для каждого из которых идет планирование отдельным образом, но при учете состояния системы по началу этапа и последствиям принятых решений [8, 9]. Следует отметить, что после последнего шага, больше нет этапов. Его можно изучить и спланировать наилучшим образом. В результате получается одна из особенностей в динамическом программировании: вычислительная процедура программирования должна быть развернута от конца к началу. Ранее всех идет планирование последнего *N*-го шага, за ним (*N*–1)-го и т. д. Каким образом может быть найдено оптимальное управление x_N для N-го шага, если оно основывается не только на том, какая цель управления, но и какое состояние системы на начало такого шага? Это может быть сделано исходя из предположений о том, какие ожидаемые исходы по предшествующему, но еще не исследованному этапу, то есть о значениях x_{N-1}.

В структуре целевой функции отражается вклад по каждому типу производственной деятельности в общие результаты. Когда рассматривается случай максимизации, то c_j, является прибылью от *j*-го типа производственной деятельности на единицу соответствующей продукции, а если рассматривается случай минимизации, то c_j связано с удельными затратами. Отметим, что нельзя сделать вывод о «полезности» определенных типов производственной деятельности лишь на основе значений соответствующих коэффициентов целевой функции, поскольку объем получения ограниченных ресурсов также может рассматриваться как важный фактор [10–12]. Так как все типы производственной деятельности, которые представляются в модели, рассматривают возможность использования ограниченных ресурсов, относительная полезность по некоторому типу производства (если сравнивать с другими типами производственной деятельности) определяется как величиной коэффициента целевой функции c_j, так и интенсивностью получения ресурсов a_{ij}. В этой связи может получиться, что вследствие того, что слишком большой расход ограниченных ресурсов, некоторый *i*-й тип производственной деятельности, который характеризуется высокой прибылью, применять нецелесообразно (то есть для оптимального решения x_i=0).

Под варьируемой (оптимизируемой) величиной будем понимать некоторую величину x_i $(i=\overline{1,n})$ которая будет обозначать электрическую мощность *V*, которую надо передать в *i*-й район.

Тогда целевая функция запишется в следующем виде:

$$A_1x_1 + A_2x_2 + \cdots + A_3x_3 \to \max. \qquad (1)$$

Т.е. объём потребления электрической мощности стремиться к своему максимальному значению.

Введем два ограничения для целевой функции. Одно – ограничение для ресурса *R*. Второе ограничение будет на значение тока в электрической цепи. Таким образом, ограничения, накладываемые на целевую функцию, будут иметь вид:

$$x_1 + x_2 + \cdots + x_n \le R, \qquad (2)$$

$$p_1 + p_2 + \cdots + p_n \le p_{\max}. \qquad (3)$$

Для удобства изменим условия задачи. В данном случае постановка задачи следующая: «какую мощность надо передать, чтобы получить нужное значение тока». Рассмотрим обратную задачу: «какой нужно создать ток, чтобы передать необходимую мощность». Последняя формулировка задачи более применима на практике, чем первая.

С учетом новых условий задачи изменим варьируемые параметры. В последнем случае изменяемым параметром будет непосредственно ток *p*, а не мощность $x = Y$, как предполагалось ранее. Для этого с помощью физических преобразований мощность выражается через ток.

После подстановки полученного соотношения в целевую функцию и ограничения, получаем математическую модель задачи, в которой основным изменяемым параметром будет электрический ток.

Для решения задач линейного программирования (4) – (6), представляющих собой математические модели распределительной системы электропитания с различными параметрами, разработаны математические методы решения, такие как симплекс-метод, графический метод решения задач линейно-

го программирования, модификация симплексного метода – метод искусственного базиса.

При построении математической модели важным фактором является выбор алгоритма решения поставленной задачи.

В настоящее время существует множество численных алгоритмов решения задач. Каждый из них характеризуется своими преимуществами и своими недостатками. К преимуществам можно отнести небольшое количество выполняемых итераций необходимых для поиска оптимального решения, выполнение линейных операций, так как это требует гораздо меньших затрат ресурсов, и основного из них – времени, будь это человек – решающий задачу оптимизации, либо ЭВМ выполняющая аналогичную работу.

Рассмотрим задачу оптимизации в общем виде. Пусть задана целевая функция:

$$F = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \to \min,$$

с соответствующим набором ограничений:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j = b_i, i = \overline{1,m}, x_j \geq 0, j = \overline{1,n}.$$

Теперь рассмотрим особенности решения задач подобного класса.

Одним из основных методов, который применяется для решения подобных задач, является симплексный метод с множеством его вариантов.

Классический симплексный метод решения задач линейной оптимизации базируется на том, что происходит переход от одних опорных планов к другим. Такой переход может быть, если мы знаем некоторый исходный опорный план, который составляется из коэффициентов входящих в целевую функцию и в систему ограничений.

Классический симплексный метод включает в себя следующие шаги:

1. Определение начального опорного плана.
2. Составление симплекс-таблицы.
3. Вычисление оценок.
4. Анализ оценок.
5. Определение ведущей строки. Для этого находится отношение правых частей ограничений к положительным элементам ведущего столбца и среди них выбирается минимальное.
6. Осуществляется пересчёт симплекс-таблицы.
7. Переход к шагу №3.

В данной работе рассмотрена задача распределения электрических ресурсов в системе. Составлена математическая модель задачи в виде задачи линейного программирования. Проведены серии тестов при изменении параметров для трех задач.

1. Приоритеты на получение объектами ресурса различны.
2. Приоритеты на получение ресурса равны между собой.
3. Значения в ограничениях при одной переменной превышают все остальные.

Приведены результаты выполнения серий тестов в табличном и графическом представлении. Расчетов оптимальных планов в соответствии с выбранным симплекс-методом решения задач линейного программирования выполнены с помощью математический пакета MATLAB. Выбор данного программного продукта обусловлен наличием встроенной функцию linprog(), реализующий решение симплекс-методом с возможностью просмотра промежуточных результатов, а также наличием в данном пакете широкого спектра средств для графического представления результатов.

Разработан алгоритм расчета параметров распределенной системы. Новизна данной выпускной квалификационной работы заключается в исследовании вопроса прогнозирования изменения параметров системы.

В качестве инструмента прогнозирования применяется аппроксимация реальных значений параметров восьми вариантов тестов (базовые значения) в каждой серии тестов, в качестве средства проверки оптимальности выбора способа аппроксимации, рассчитаны относительные ошибки прогноза (для девятого, десятого и одиннадцатого вариантов тестов – проверочные значения).

Список литературы

1. Землянухина Н.С. О применении информационных технологий в менеджменте / Н.С.Землянухина // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 106–107.

2. Бессонова А.А. Управление социально-экономическими системами в условиях модернизации: коллективная монография / А.А. Бессонова, В.В. Дубинин, И.Я. Львович, Ж.И. Лялина, А.П. Преображенский, Е.Д. Рубинштейн, М.А. Салтыков, В.Н. Филипова, И.В. Филиппова. – Саратов: Изд-во ЦПМ «Академия Бизнеса», 2013. – 110 с .

3. Исакова М.В. Об особенностях систем управления персоналом / М.В. Исакова, О.Н.Горбенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2014. – № 12. – С. 168–171.

4. Преображенский Ю.П. Формулировка и классификация задач оптимального управления производственными объектами / Ю.П. Преображенский, Р.Ю. Паневин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – Т. 6; № 5. – С. 99–102.

5. Львович Я.Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения / Я.Е. Львович. – Воронеж: Изд-во «Кварта», 2006, 415 с.

6. Зяблов Е.Л. Построение объектно-семантической модели системы управления / Е.Л. Зяблов, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 029–030.

7. Преображенский Ю.П. Оценка эффективности применения системы интеллектуальной поддержки принятия решений / Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. – № 5. – С. 116–119.

8. Пеньков П.В. Экспертные методы улучшения систем управления / П.В. Пеньков // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 108–110.

9. Лисицкий Д.С. Построение имитационной модели социально-экономической системы / Д.С. Лисицкий, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 135–136.

10. Львович И.Я. Факторы угрозы экономической безопасности государства / И.Я. Львович, А.А. Воронов, Ю.П. Преображенский // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9; № 1. – С. 36–39.

11. Самойлова У.А. О некоторых характеристиках управления предприятием / У.А. Самойлова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2014. – № 12. – С. 176–179.

12. Черников С.Ю. Использование системного анализа при управлении организациями / С.Ю. Черников, Р.В. Корольков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2014. – № 2 (5). – С. 16.

УДК 004.94

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ РИСКА ВЕРОЯТНОСТИ ПРИ ЛЕТАЛЬНОМ ИСХОДЕ ДЛЯ ВЫБРОСОВ ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Щетникова Д.А., Щербатых С.С., Гусарова И.А.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

В статье рассматривается задача, связанная с оценкой концентраций токсических веществ. Указаны факторы, влияющие на возможности смертельного поражения людей, эти факторы разделены на две группы. В таблицу вынесены константы с тем, чтобы проводить вычисление пробит-функции. Для прогнозирования среднесуточных концентраций используется метод аппроксимации, который основывается на методе наименьших квадратов. Программный продукт написан на C#. Система обеспечивает высокую производительность, соответствуя современным требованиям к учебным информационно- моделирующим системам, используемым для прогнозирования экологической ситуации в регионе. Адаптированный на пользователя интерфейс позволят легко выполнять расчеты, хранить, просматривать данные, и формировать графики динамики и прогноза. После выполнения расчетов программный продукт формирует отчет, в котором отображает среднесуточные концентрации вещества, поступающие в организм человека.

Ключевые слова: моделирование, оценка риска, вероятность, расчет

THE IMPLEMENTATION OF ALGORITHM FOR CALCULATIONS RISK PROBABILITIES WITH A LETHAL OUTCOME FOR EMISSIONS OF TOXIC SUBSTANCES

Schetnikova D.A., Scherbatyh S.S., Gusarova I.A.

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

The paper considers the problem associated with estimating concentrations of toxic substances. Factors are Indicated influencing fatal shock people, these factors are divided into two groups. Table made of constants, in order to carry out the calculation of the probit function. To predict daily average concentrations, the method of approximation, which is based on the method of least squares is used. A software product written on the base of C#. System provides high performance, conforming to modern requirements to educational information – modeling systems used to predict the environmental situation in the region. Adapted user interface makes it easy to perform calculations, to store, view data, and generate graphs and forecast. After calculations, the software product generates a report that displays the average daily concentration of the substance introduced into the human body.

Keywords: modeling, risk assessment, probability, calculation

Возможность смертельного поражения человека, который находится в районах источников токсической опасности, определяется многими факторами: общими объемами и продолжительностью выброса токсических веществ при аварии; состоянием атмосферы, скоростью и направлением ветра при выбросе и распространении веществ в атмосфере; типом (спецификой воздействия) самих вредных веществ; местом, где находится человек по отношению к источникам в момент аварии [1]; состоянием здоровья самих людей и их поведением во время аварий.

Есть возможности для разделения всех подобных факторов по двум группам:

1. технологические и климатические факторы, которые не зависят от людей, подвергающимся негативным воздействиям;

2. факторы, которые определенным образом связаны с человеком – факторы, характеризующие жизнедеятельность, местонахождение, поведение, состояние здоровья и др.

Нет возможности влияния людей, находящихся в районах аварии на факторы, относящихся к 1 группе (говорят об интенсивности и продолжительности выбросов, а также типах токсических веществ, состоянии атмосферы, направлении и силе ветра, времени существования веществ в атмосфере и др.).

Сточки зрения абстрактных людей, попавших в зоны аварий, подобные факторы будут независимы от них, то есть, объективны [2, 3].

Для разных токсичных и вредных веществ по пробит-функции получаются разные константные величины, которые определяются как результат проведения медико-биологических исследований и их относят к среднестатистическим составам населения или, если сделаны специальные оговорки, к определенным контингентам (группам) людей [4–6].

В табл. 1 даны константы для того, чтобы вычислять пробит-функцию летального поражения в определенных химических ве-

ществах, которые рекомендованы Центром изучения безопасности химических процессов Американского института инженеров-химиков для технического персонала заводов [7].

близкие к людям физиологические системы дыхания и кровообращения. При этом вследствие того, что применяются корректирующие коэффициенты, происходит учет более высокой у крыс скорости погло-

Значения константы для того, чтобы вычислять пробит – функцию при летальном поражении технического персонала (С – ppm, Т – мин)

Для какого вещества	α	β	v
Акролеина	-9.931	2.049	1
Акрилонитрила	-29.42	3.008	1.43
Аммиака	-35.90	1.85	2
Бензола	-109.78	5.3	2
Брома	-9.04	0.92	2
Угарного газа	-37.98	3.7	1
Чктыреххлористого углерода	-6.29	0.408	2.5
Хлора	-8.29	0.92	2
Формальдегида	-12.24	1.3	2
Соляной кислоты	-16.85	2.00	1.00
Цианистоводородной кислоты	-29.42	3,008	1.43
Фтористоводородной кислоты	-35.87	3.354	1.00
Сероводорода	-31.42	3.008	1.43
Бромистого метила	-56.81	5.27	1.0
Метилизоцианата	-5.642	1.637	0.653
Двуокиси азота	-13.79	1.4	2
Фосгена	-19.27	3.686	1
Оксида пропилена	-7.415	0.509	2.00

Результат токсикологических воздействий определяются текущим состоянием людей, их возрастными и физическими данными и рядом других особенностей. В результате получается, что во многих случаях для эффекта воздействия может происходить изменение 2–5 раз, когда происходит поглощение одних и тех же доз токсикантов. Кроме того, в некоторых зарубежных работах значения по пробит-функциям даны при учете поведения людей и того, какая у них физиологическая активность [8]. Метод для того, чтобы оценивать масштабы поражения приведен в работах [7, 8]. В случаях инженерной практики при прогнозе эффектов по острому токсическому воздействию на людей [9, 10] часто применяют систематизированные лабораторные материалы, которые получаются на разных группах животных. В характерных случаях, когда есть поражение вследствие газообразных токсикантов обычно делают выбор материалов по крысам, которые имеют

щения или абсорбции – (приблизительно в 5 раз) и большей интенсивности дыхания для стрессовых ситуаций (приблизительно в 2 раза).

Для прогнозирования среднесуточных концентраций используется метод аппроксимации, который основывается на методе наименьших квадратов (сокращенно МНК).

Алгоритм работает в таком порядке. Происходит масштабирование входного набора точек и его приводят к интервалу [-1,1], затем для этого отрезка строят базис из полиномов Чебышева. После того, как проведена аппроксимация по МНК пользователи получают набор коэффициентов для полиномов Чебышева.

Программный продукт написан на C#.

Система обеспечивает высокую производительность, соответствуя современным требованиям к учебным информационно-моделирующим системам, используемым для прогнозирования экологической ситуации в регионе.

Входными данными для настоящей модели являются:

• концентрация приоритетных веществ.
• дата измерения.
• приоритетные вещества.
• рефератная доза и SF- фактор канцерогенного потенциала для справочника.
• Климатическая зона
• Класс опасности предприятия
• Выходные данные:
• Среднесуточные концентрации
• Заключение о вредных последствиях
• Динамика
• Прогнозирование

Адаптированный на пользователя интерфейс позволят легко выполнять расчеты, хранить, просматривать данные, и формировать графики динамики и прогноза.

В левой области окна программы располагается «дерево» с существующими проектами и относящимися к ним отчетам и графиками.

В правой области вводятся данные, производятся расчеты и формируются отчеты с графиками.

Новые объекты добавляются нажатием «Добавить проект». При создании нового объекта необходимо указать его название, к какой климатической зане относится территория, на которой функционирует данное предприятие. Также необходимо выбрать класс опасности.

Для более точного анализа выбираем приоритетные вещества, которые были установлены врачам гигиенистом на этапе идентификации опасности. Так как число вредных веществ и канцерогенов, внесенных в справочники, превышает более 3000, а их ПДК и референтные дозы каждые пять лет пересматриваются и могут измениться, то в программу добавлена возможность добавления новых веществ и редактирование уже внесенных. Изначально в программе заложены 50 приоритетных веществ по городу Воронежу и 20 канцерогенов. Переключаясь между вкладками «приоритетные вещества» и «канцерогены» выбираем вещества по которым будет проводить расчеты и анализ. После заполнения всех полей сохраняем проект «Сохранить». В «дереве »появляется новый объект.

Заходим в этот проект, пока что там нет ничего кроме «среднесуточное». В соответствующей форме необходимо ввести средние арифметические значения концентраций приоритетных веществ снятые на стационарных и передвижных постах. Выставить дату формирования отчета. В нижней части экрана программа предлагает выбрать для кого мы проводим исследования (дети; взрослые) и каким путем попадает вещество в организм человека (Ингаляционно или перорально). В зависимости от выбранных параметров будут использоваться соответствующие значения переменных.

После выполнения расчетов программный продукт формирует отчет, в котором отображает среднесуточные концентрации вещества, поступающие в организм человека. За счет деления полученных значений на референтную дозу можно получить коэффициент на основании, которого делается заключение.

В пункте «Среднесуточное» два подпункта отчеты и вещества, каждый в свою очередь делится еще на подпункты. «Отчеты» – на «канцерогены» и «приоритетные» вещества те в свою очередь имеют подпункты с датами отчетов, в которых хранятся уже сами отчеты. «Вещества» так же имеют подпункты приоритетные «вещества» и «канцерогены».

При выборе любого вещества формируется график, на котором отображена динамика среднесуточных концентраций данного вещества до последнего года измерения и на год вперед как прогнозируемое среднесуточное значение. Это имеет огромное значение для планирования дальнейшей инспекции предприятия и своевременного проведения мероприятий для снижения риска угрозы здоровью населения.

Все данные сохраняются по закрытию программы.

Выводы. Проведен анализ нормативно-правовой документации, методических указаний и рекомендаций. Изучены действующие СанПиН, ГН, руководства. Разработана методика прогнозирования показателей среднесуточного поступления вредных веществ /канцерогенов, в организм человека. Реализован программный комплекс «Предприятие», позволяющий хранить данные, производить расчеты и прогнозировать среднесуточные концентрации вредных веществ и канцерогенов.

Список литературы

1. Львович И.Я. Применение методологического анализа в исследовании безопасности / И.Я. Львович, А.А. Воронов // Информация и безопасность. – 2011. – Т. 14; № 3. – С. 469–470.

2. Чопоров О.Н. Методы анализа значимости показателей при классификационном и прогностическом моделировании / О.Н. Чопоров, А.Н. Чупеев, С.Ю. Брегеда // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2008. – Т. 4; № 9. – С. 92–94.

3. Клименко Г.Я. Исследование качества жизни беременных женщин как новый интегральный показатель оцен-

ки состояния их здоровья / Г.Я. Клименко, В.И. Стародубов, С.В. Говоров, Н.Б. Костюкова, О.Н. Чопоров // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 9. – С. 131–132.

4. Косолапов В.П. Особенности репродуктивного здоровья населения воронежской области на фоне ЦЧР / В.П. Косолапов, П.Е. Чесноков, Г.Я. Клименко, О.Н. Чопоров // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2010. – Т. 9; № 3. – С. 649–655.

5. Клименко Г.Я. Методика и результаты преобразования лингвистических характеристик в численные оценки факторов риска / Г.Я. Клименко, В.П. Косолапов, О.Н. Чопоров // Сибирский Консилиум. – 2001. – № 4. – С. 25.

6. Махер Х.А. Разработка и использование моделей для прогнозирования качества жизни беременных по их медико-социальным характеристикам / Х.А. Махер, Н.В. Наумов, Г.Я. Клименко, О.Н. Чопоров // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2011. – Т. 10; № 4. – С. 789–793.

7. Экология, охрана природы и экологическая безопасность: Учебное пособие / Под общей ред. В.И. Данилова-Данильяна – М.: Изд-во МНЭПУ, 1997.

8. Антропогенные изменения климата / Под ред. М.И. Будыко, Ю.Я. Израэля. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987.

9. Сыч Г.В. Анализ значимости индивидуальных медико-социальных факторов риска и прогностическое моделирования развития онкологических заболеваний / Г.В. Сыч, В.П. Косолапов, О.Н. Чопоров // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2016. – Т. 24; № 6. – С. 366–370.

10. Косолапов В.П. Прогнозирование изменения течения беременности по медико-социальным факторам риска / В.П. Косолапов, П.Е. Чесноков, Г.Я. Клименко, О.Н. Чопоров, Н.Б. Костюкова, Н.В. Наумов // Врач-аспирант. – 2011. – Т. 44; № 1.4. – С. 572–578.

Секция «Методы, модели и средства автоматизации технологических процессов», научный руководитель – Белозеров В.В., д-р техн. наук, доцент

УДК 004.4’2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОПЛАТНОГО КОМПЬЮТЕРА RASPBERRY PI 2 В КАЧЕСТВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОПЕРАТОРСКОЙ ПАНЕЛИ

Аль-Тибби В.Х., Адамян А.А.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: artak.96@mail.ru

Рассмотрены вопросы применения одноплатных компьютеров в качестве устройств управления и визуализации технологических процессов на примере Raspberry Pi и операционной системы Windows 10 для IoT (промышленного интернета вещей). Целью данной работы является исследование возможности внедрения системы исполнения и визуализация (HMI) CoDeSys на одноплатном компьютере с установкой на микрокомпьютер операционной системы Windows 10 IoT, на основе которой будет внедрено приложение CoDeSys Control. Предполагается рассмотрение возможности дальнейшего управления процессами автоматизации, тем самым, заменив работу панельного программируемого логического контроллера в системах локальной автоматизации. Задачей является рассмотреть микрокомпьютер Raspberry Pi 2, операционную систему Windows 10 IoT Core и необходимые для ее инсталляции компоненты. Установить ОС для получения возможности дальнейшей программирования в среде CoDeSys предметов автоматизации. Преимуществами использования Raspbery в качестве HMI – устройства являются: одновременный запуск среды программирования CoDeSys Control, что дает возможность получения полноценного панельного программируемого логического контроллера, что подтверждается в статье [1], где оцениваемое время цикла по сравнению с ПЛК соизмеримо отличается: возможность передавать данные в облако без дополнительных аппаратных средств (использование в качестве промышленного IoT устройства); низкая стоимость микрокомпьютера, по сравнению с программируемым логическим контроллером.

Ключевые слова: микрокомпьютер, операционная система, веб-интерфейс

USING THE RASPBERRY PI 2 SINGLE-BOARD COMPUTER AS AN INTELLIGENT OPERATOR PANEL

Al-Tibbi V.K., Adamyan A.A.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: artak.96@mail.ru

Questions of use of single board computers as control units and visualization of technological processes on the example of Raspberry Pi and the Windows 10 operating system for IoT (the industrial Internet of things) are considered. The purpose of this operation is the research of a possibility of the system implementation of execution and visualization (HMI) of CoDeSys on the single board computer with installation on a microcomputer of the Windows 10 IoT operating system on the basis of which application of CoDeSys Control will be implemented. Reviewing of a possibility of further control of automation processes is supposed, thereby, having replaced operation of the panelized programmable logic controller in the systems of local automation. The task is to consider a microcomputer of Raspberry Pi 2, the Windows 10 IoT Core operating system and components, necessary for its installation. To install OS for receiving an opportunity further programming in the environment of CoDeSys of objects of automation. Advantages of use of Raspbery as HMI – devices are: simultaneous start of a programming environment of CoDeSys Control that gives the chance of receiving a full-fledged panelized programmable logic controller that is confirmed in article [1] where the evaluated cycle time in comparison with a PLC is commensurable differs; an opportunity to transfer data to a cloud without additional hardware (use as industrial IoT of the device); the low cost of a microcomputer, in comparison with a programmable logic controller.

Keywords: microcomputer, operating system, web-interface

Raspberry Pi 2 – это совсем маленький компьютер, представляющий собой в продаже всего лишь одну небольшую плату, на которой расположены все компоненты. Девайс даже компактнее по размерам, чем большинство современных смартфонов – всего лишь чуть меньше, чем 9х6 сантиметров. Но по своим возможностям он способен с лёгкостью превзойти некоторые настольные ПК [1].

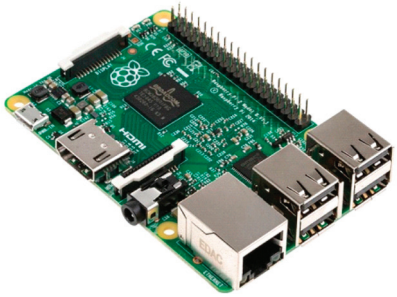


Рис. 1. Микрокомпьютер Raspberry Pi 2

Поставляется это устройство без предустановленной операционной системы. На него существует несколько пакетов ОС, включая различные варианты Linux. Но вершиной стала Windows 10 IoT Core. Компания Microsoft приняла решение адаптировать свою новейшую версию ОС на микрокомпьютер в апреле 2015 года. И к концу месяца готовая сборка уже была доступна для всех желающих, но для установки на Raspberry Pi 2, необходимо приложить некоторые усилия.

Windows 10 IoT Core – особая операционная система Microsoft, оптимизированная для микрокомпьютеров с ограниченным набором системных ресурсов, разрабатываемая в рамках концепции IoT (Internet of Things, «Интернет Вещей»). Предназначена для различных миниатюрных, встраиваемых решений и устройств «умного дома». В частности, минимальные требования для Core – архитектура x86/ARM , 256 Мб ОЗУ и 2 Гб емкости на диске/флешке. На данный момент гарантированно работает на платах Raspberry Pi 2 (ARM), Intel Minnowboard MAX (x86) и DragonBoard 410c. Windows 10 IoT Core является бесплатной платформой [4].

Для установки необходимо собрать необходимые для инсталляции компоненты. Для этого понадобятся [3]:

– Собственно плата Raspberry Pi 2;

– MicroSD карта емкостью 8 или 16 Гб (класса 10 или выше);

– HDMI-кабель для подключения к внешнему монитору / ТВ;

– Ethernet кабель для подключения к сети;

– МикроUSB кабель в качестве питающего кабеля (5V);

– Компьютер с Windows 10 (для создания загрузочной SD карты обязательно должен быть физическим устройством, а не виртуальной машиной, т.к. требуется прямой доступ к SD карте);

– Образ Windows 10 IoT Core для Raspberry Pi 2 (можно скачать по ссылке на странице http://ms-iot.github.io/content/en-US/Downloads.htm);

– USB клавиатуру/ USB мышь для управления Raspberry Pi (опционально);

Перед установкой операционной системы на устройство нужно сначала записать её на накопитель, который будет с ним использоваться. Делается это следующим образом:

– Качаем образ Windows 10 IoT Core для Raspberry Pi 2 (10586.0.151029–1700.TH2_Release_IOTCoreRPi_armFRE.iso) и монтируем его в виртуальный CD привод. Устанавливаем Windows_10_IoT_Core_RPi2.msi.

– Запись образа Windows 10 IoT Core на SD карту можно выполнить с помощью графической утилиты или из командной строки.

Для запуска графической утилиты запустите программу IoTCoreImageHelper.exe. Затем, в окне мастера выберите вашу SD карту и укажите путь к файлу с образом системы flash.ffu (по умолчанию устанавливается в ”C:\Program Files (x86)\Microsoft IoT\FFU\RaspberryPi2”) и запишите образ на SD диск, нажав на кнопку Flash.

Рис. 2. Окно Windows IoT Core Image Helper

Безопасно извлеките SD карту.

Подключаем к плате Raspberry Pi 2 сетевой кабель, монитор через HDMI, записанную на предыдущем этапе SD карту с образом системы, USB кабель и загружаемся.

Первая загрузка будет продолжительной, т.к. будет выполнение начальная настройка системы, после чего система перезагрузиться в нормальном режиме. На дисплее должны отобразиться изображение платы микрокомпьютера и название ОС, имя системы (по-умолчанию minwinpc), полученный IP адрес (если в сети имеется DHCP сервер), список подключенных устройств.

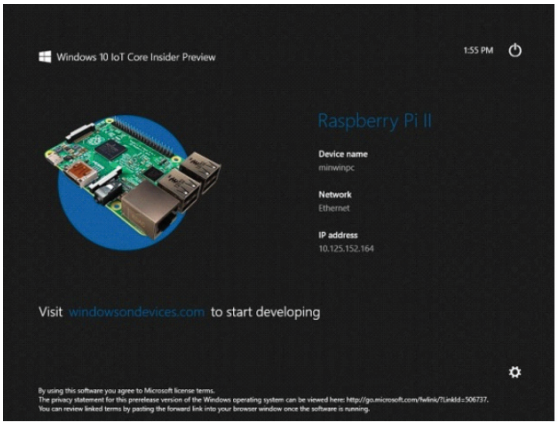


Рис. 3. Отображение на дисплее после завершения установки

Можно считать, что установка Windows 10 IoT на микрокомпьютер Raspberry Pi 2 успешно завершена. Осталось только научиться пользоваться получившимся девайсом.

Использование микро ПК

Установленная операционная система подразумевает управление при помощи веб-интерфейса. Для начала работы с устройством придётся активировать на компьютере-доноре утилиту WindowsIoTCoreWatcher.exe и посмотреть, какой IP-адрес она укажет. После чего полученный адрес вбивается в строку браузера на ПК-доноре [2].

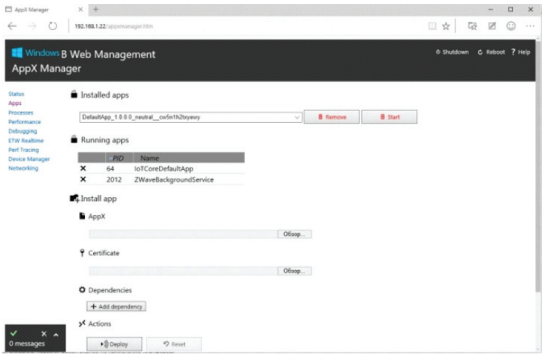


Рис. 4. Окно настройки IP-адреса

Чтобы авторизоваться, потребуется ввести стандартные логин и пароль: administrator и p@ssw0rd. После этого устройством с ОС Windows 10 IoT Core можно управлять непосредственно из браузера.

В заключение хотелось бы отметить, что использование в качестве управляющего элемента микрокомпьютера Raspberry Pi 2 по сравнению с программируемым логическим контроллером, безусловно, является целесообразным, так как время рабочего цикла исполнения программы соизмеримо с современными панельными контроллерами при более низкой стоимости.

Список литературы

1. Красиков, Р.В., Аль-Тибби, В.Х. Использование исполнительного модуля «CoDeSys Control» совместно с «Raspberry Pi» / Р.В. Красиков, В.Х. Аль-Тибби // Молодой исследователь Дона. – 2017. – №3(6). – С. 45–51.

2. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / И.В. Петров, В.П. Дьяконов – М.: СОЛОН–Пресс, 2004. – 256 с.

3. Plc-mall.com automation components [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.plc-mall.com/.

4. КИП-Сервис [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://kipservis.ru/berghof/plc_EC1000.htm.

УДК 621.313:614.83/.84

МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ЭЛЕКТРОПОДСТАНЦИЯХ

Белозеров В.В., Голубов А.И.

ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы» МЧС России, Москва, e-mail: firemen@list.ru

Проведен системный анализ пожарной опасности применения на электроподстанциях легковоспламеняемых и горючих жидкостей (ЛВЖ и ГЖ), включая методы и средства диагностики их эксплуатационных параметров. Предложено использовать баро-электро-термо-акустический анализатор, для создания «образов» ЛВЖ и ГЖ в виде вектор-функций жизненного цикла (ВФЖЦ), в которые войдут динамическая и кинематическая вязкость трансформаторного масла, вычисляемые через диэлектрические проницаемости и тангенсы угла потерь. В этом случае АСУТП электроподстанции легко дополняется подсистемой экспресс-контроля трансформаторного масла, с помощью емкостных коаксиальных датчиков, устанавливаемых на трансформаторах. Такое решение позволит сократить трудоемкость обслуживания трансформаторов, путем ликвидации процессов ежемесячного отбора проб трансформаторного масла и проведения их хроматографического анализа, на предмет определения растворенных газов.

Ключевые слова: пожарная опасность, маслянные трансформаторы, динамическая вязкость, кинематическая вязкость, диэлектрическая проницаемость

MODEL OF THE SUBSYSTEM OF DIAGNOSTICS AND PREVENTING OF THE FIRES AND EXPLOSIONS OF TECHNOLOGICAL LIQUIDS ON THE POWER SUBSTATION

Belozerov V.V., Golubov A.I.

Academy of the State fire service Emercom of Russia, Moscow, e-mail: firemen@list.ru

Systems analysis of fire danger of application on power substations of highly inflammable and combustible liquids (HIL and GL), including methods and diagnostic aids of their operational parameters is carried out. It is offered to use баро – the electro-thermo-acoustic analyzer, for creation of «images» of HIL and GL in the form of the vector functions of life cycle (VFLC) which will enter dynamic and kinematic viscosity of transformer oil, calculated through dielectric permeability and tangents of angle of losses. In this case the ASC of power substation is easily added by a subsystem of express monitoring of transformer oil, by means of the capacitive coaxial sensors set on transformers. Such decision will allow to reduce labor input of an upkeep of transformers, by elimination of processes of monthly sample drawing of a transformer oil and carrying out their stratographic analysis, regarding definition of gases in solution.

Keywords: fire danger, oily transformers, dynamic viscosity, kinematic viscosity, dielectric permittivity

Главным блоком в работе электроподстанции является блок трансформатора напряжения, в состав которого входит силовой трансформатор, в котором используется принцип электромагнитной индукции, для преобразования значения напряжения переменного тока без изменения его частоты. Может преобразовываться как значение напряжения, так и его система (трехфазная, однофазная) с сохранением мощности (с учетом КПД) [1].

Типы трансформаторов подразделяются [1, 2]:

– по конструкции магнитопровода (стержневые, броневые, бронестержневые, тороидальные);

– по назначению (силовые, измерительные, испытательные, радиотрансформаторы, специального назначения);

– по виду охлаждения (воздушные, масляные, сухие);

– по числу фаз (однофазные, трехфазные);

– по числу обмоток (двухобмоточные, трехобмоточные).

В связи с тем, что маслянные трансформаторы являются наиболее распространенными и пожароопасными, в настоящей статье представлен метод и модель подсистемы экспресс-диагностики текущих свойств трансформаторного масла, которые позволяют предотвратить аварии и пожары на трансформаторах, а также снизить эксплуатационные затраты на их техническое обслуживание.

Как правило, в зависимости от мощности и конструкции силовые маслянные трансформаторы (рис.1) включают в себя следующие основные элементы [3].

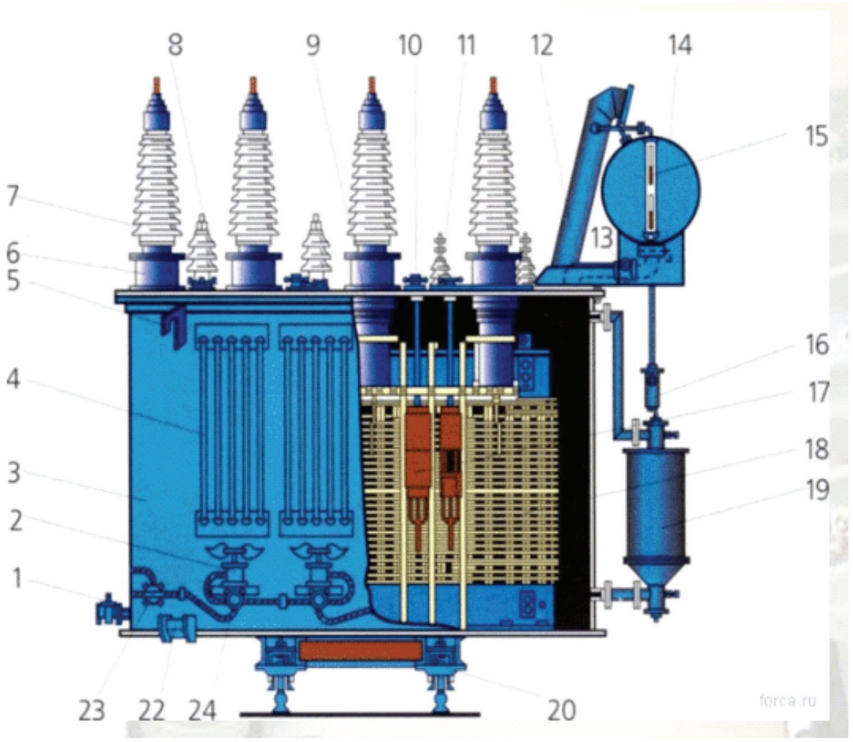


Рис. 1. Чертеж трехфазного масляного трансформатора:
1 – кран; 2 – вентилятор; 3 – бак с трансформаторным маслом; 4 – радиатор; 5 – крюк;
6 – переходный фланец с установкой трансформаторов тока; 7 – ввод 110 кВ; 8 – ввод 35 кВ;
9 – бумажно-бакелитовый цилиндр ввода 10 кВ; 10 – привод переключающего устройства (ПБВ);
11 – ввод НН (10 кВ); 12 – выхлопная труба; 13 – газовое реле; 14 – расширитель;
15 – маслоуказатель, 16 – воздухоосушитель; 17 – переключатель обмотки ВН; 18 – обмотка ВН; 19 – термосифонный фильтр; 20 – каретка; 21 – распределительная коробка; 22 – площадка для установки домкрата; 23 – магистральная коробка

Обмотки трансформатора выполняют из изолированных медных проводов круглого или прямоугольного сечения. Обычно первой наматывается обмотка низкого напряжения, поскольку уменьшаются затраты на изолирование обмотки от сердечника. Между отдельными слоями обмоток, а также между самими обмотками при изготовлении предусматривают пустоты для циркуляции охладителя, как правило масла, которое отбирает тепло от обмоток и передает его в окружающую среду через радиаторные трубки. Масляная система охлаждения оборудована устройствами для компенсации температурного расширения масла и удаления из него влаги. Имеются устройства защиты, которые размыкают электрическую цепь при резком повышении давления и клапаны сброса давления [3].

Силовые трансформаторы работают с большими значениями напряжений и мощностей, поэтому их надежность во многом зависит от правильности и полноты технического обслуживания. Для оборудования, которое установлено в местах с постоянным нахождением дежурного персонала, производятся ежедневные осмотры с контролем температуры и давления, а также следующих показателей [3]:

– уровня масла;

– степения истощения влагопоглотителя;

– состояния устройств регенерации масла;

– отсутствия подтеканий и механических повреждений корпуса и радиаторных трубопроводов.

В процессе эксплуатации трансформаторного масла необходимо периодически контролировать его состояние в баке трансформатора и баке контактора устройства РПН, путем физико-химического и хроматографического анализа. При этом отбор проб производится на работающем трансформаторе (таб) или сразу после его отключения [3, 4].

Периодичность отбора проб масла

Место отбора	Периодичность отбора	
	для физико-химического анализа	для хроматографического анализа растворенных в масле газов
Бак трансформатора	Через 10 дней, один месяц, три месяца, после включения, впоследствии – один раз в три года, а также при аварийном отключении трансформатора	Через 3 дня, 1 месяц, 3 месяца, 6 месяцев после включения и далее – один раз в 6 месяцев, а также при аварийном отключении трансформатора и при действии газового реле “на сигнал”
Бак контактора устройства РПН	Через каждые 5000 (РНОА) 3000 (РС) или 50000 (SCV, SDV-3) но не реже одного раза в год	Не выполняется
Вводы на напряжение 110 кВ и выше	Согласно инструкции на вводы	

Примечание. РНОА – регулятор напряжения однофазный с активным сопротивлением; РС – регулятор ступенчатый; SCV, SDV-3 – переключающие устройства.

Комплекс программнотехнических средств АСУ ТП электроподстанции предназначен для автоматизации технологических процессов по преобразованию и распределению электроэнергии на подстанции и выполняет следующие функции [5]:

– сбор, обработка и хронологическая регистрация аналоговой и дискретной информации о работе оборудования в нормальном режиме;

– формирование, автоматическое обновление, архивирование информационной базы данных нормального режима работы;

– автоматическое составление и ведение суточных ведомостей;

– автоматическое регулирование напряжения согласно диспетчерскому графику;

– контроль энергопотребления;

– контроль и диагностика параметров режима, вышедших за пределы установленных норм;

– контроль и диагностика цепей оперативной блокировки;

– контроль правильности выполнения оперативных переключений;

– контроль температуры и автоматическое управление охлаждением трансформаторов;

– контроль давления и учет наработки компрессорных установок;

– контроль сопротивления изоляции цепей постоянного тока;

– отображение схем подстанции в реальном масштабе времени.

Структура АСУ ТП, как правило, построена на основе территориально-распределенной информационно-вычислительной системы (рис. 2), имеющей три уровня управления и обработки [5]:

Первый (нижний) уровень – это сеть программируемых микропроцессорных контроллеров, размещенных непосредственно около силового и измерительного оборудования и ведущих процесс сбора и предварительной обработки первичной информации и выполняющих задачи местного управления оборудованием.

Второй уровень – управляющая ЭВМ – концентратор информации управляет сетью низовых контроллеров, ведет обработку информации в реальном времени, формирует и поддерживает базы данных в суточном интервале, выполняет автономные процессы управления. Обмен информацией между низовыми контроллерами и концентратором осуществляется по волоконнооптическим линиям связи, что обеспечивает защиту информации от помеховой обстановки на подстанции.

Третий уровень ПЭВМ – с двумя мониторами, обеспечивающая диспетчера подстанции всеми видами информации (схемы, таблицы, бланки, графики, ведомости, контрольно-диагностические, предупредительные и аварийные сообщения, рекомендации по действиям в нештатных ситуациях, справочные и архивные данные по функциональным задачам и т.д.) необходимой для сопровождения и контроля технологических процессов.

Однако ни одна из перечисленных выше систем и технологических процессов не решает проблем экспресс-контроля текущего состояния трансформаторного масла и изменение его пожарной опасности.

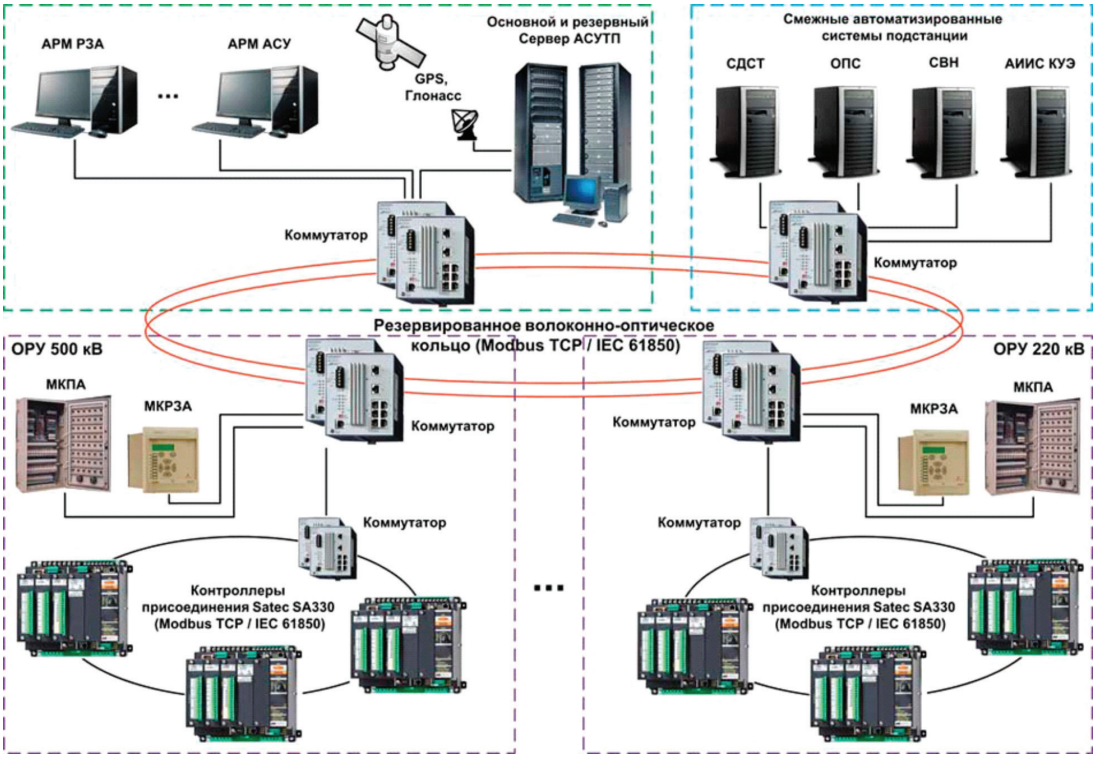


Рис. 2. Пример структурной схемы АСУ ТП подстанции

Автоматизированный комплекс диагностики и испытаний веществ и материалов [6] позволяет определить 18–ти параметрическую функцию жизненного цикла (ВФЖЦ) трансформаторного масла (его «образ»), в которой вместо механических параметров (модуль Юнга, коэффициент Пуассона и др.) измеряются и вычисляются динамическая и кинематическая вязкости – F (P, T, m, ℓ, ρ, λ, a, C_p, H, η, v, σ, ε, tgδ, μ, A, dNa/dt).

Нетрудно показать, что большинство качественных показателей пожарной опасности и исходного образца, и «состаренного», а также дополнительные количественные параметры, которые позволяют «связать» их с «пожарными» характеристиками по ГОСТ 12.1.004, вычисляются из ВФЖЦ.

Как показали исследования [6, 7], с помощью измерения диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь масла с помощью, например, коаксиального емкостного датчика, можно контролировать динамическую и кинематическую вязкости без отбора проб, т.е. в реальном масштабе времени. Это является необходимым и достаточным условием дополнения АСУТП электроподстанции подсистемой диагностики масляных трансформаторов, путем установки емкостных датчиков на масляных трансформаторах (рис. 1) и соответствующего программного обеспечения на тех же контроллерах и компьютерах (рис. 2).

Такой подход позволит, во-первых, значительно повысить надежность масляных трансформаторов, во-вторых, полностью предотвратить пожары на электроподстанциях из-за масляных трансформаторов, в-третьих, значительно снизить затраты на эксплуатацию, т.к. отпадет необходимость в отборе проб и проведении периодического хроматографического и физико-химического анализов трансформаторного масла.

Список литературы

1. Караев Р.И., Волобринский С.Д. Электрические сети и энергосистемы. – М.: Транспорт, 1988. – 312 с.

2. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Ю.Г. Барыбина. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.

3. Трансформаторы: Метод. пособ. / Самар. гос. техн. ун-т; Сост. Э.Т. Галян. Самара, 2007. – 101 с.

4. Львов М.Ю., Кутлер П.П. Физико-химические методы в практике оценки состояния силовых трансформаторов в условиях эксплуатации: Учебно-методическое пособие. – М.: ИУЭ ГУУ, ВИПК-энерго, ИПК госслужбы, 2003. – 20 с.

5. СТО 56947007–25.040.40.227–2016 Типовые технические требования к функциональной структуре автоматизированных систем управления технологическими процессами подстанций Единой национальной электрической сети (АСУ ТП ПС ЕНЭС) – М.: ПАО ФСК ЕЭС, 2016. – 95 с.

6. Прус Ю.В., Голубов А.И., Кальченко И.Е. Термоэлектро-акустический метод и система диагностики качества и долговечности огнезащитных покрытий // Электроника и электротехника. – 2016. – № 1. – С.146–160. DOI: 10. 7256/2453–8884.2016.1.21075. URL: http://e-notabene.ru/elektronika/article_21075.html.

7. Белозеров В.В., Батшев А.С., Любавский А.Ю. Об автоматизации идентификации жидких фасованных продуктов // Электроника и электротехника. – 2016. – № 1. – С.135–145. DOI: 10.7256/2453–8884.2016.1.20924. URL: http://e-notabene.ru/elektronika/article_20924.html

УДК 621.375.4:004.31

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ MOSFET ПОСРЕДСТВОМ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ

Вернези М.А., Горянина К.И.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, e-mail: slavikvernezi@mail.ru

На сегодняшний день в качестве силовых переключательных приборов наиболее распространены полевые и IGBT транзисторы. Это связано с отсутствием механических контактов, высокой скоростью переключения и низким сопротивлением открытого канала, что обуславливает высокий кпд. Таким образом, сегодня вопрос синтеза выходных каскадов микропроцессорной вычислительной техники (как правило, построенных по принципу КМОП технологии) с силовыми коммутирующими транзисторами. В статье приводится методика расчета цепей управления силовых полупроводниковых приборов с изолированным затвором, обеспечивающие оптимальные значения времени переключения с целью снижения коммутационных потерь и повышении надежности схем управления различными исполнительными устройствами (например такими как электродвигатели, нагревательные элементы и т.д.). Учитываются наиболее влиятельные паразитные параметры транзистора, такие как входная емкость и индуктивность стока.

Ключевые слова: MOSFET, усилители, схемотехника, микропроцессоры

THE METHOD OF CALCULATION OF THE CONTROL CIRCUIT OF THE MOSFET BY MEANS OF MICROPROCESSOR TECHNOLOGY

Vernese M.A., Goryanin I.K.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: slavikvernezi@mail.ru

Today as power switching devices field and IGBT transistors are the most widespread. This is due to the lack of mechanical contacts, high switching speed and low resistance of the open channel, which leads to high efficiency. Thus, today the issue of synthesis of output stages of microprocessor computer technology (as a rule, built on the principle of CMOS technology) with power switching transistors. The article presents a method of calculating the control circuits of power semiconductor devices with an isolated gate, providing optimal switching time values in order to reduce switching losses and improve the reliability of control circuits of various actuators (such as motors, heating elements, etc.). The most influential parasitic parameters of the transistor, such as the input capacitance and the inductance of the drain, are taken into account.

Keywords: MOSFET, amplifiers, circuitry, microprocessor

В настоящее время MOSFET (metal-oxide-semiconductor field effect transistor) активно набирают популярность. Это обусловлено такими преимуществами над устаревшими биполярными транзисторами, как:

- быстрота переключения;
- простота управления;
- высокий кпд.

Транзисторы с изолированным затвором преимущественно используются в оконечных силовых каскадах в целях управления таких устройств как: сварочные инверторы, электродвигатели, преобразователи напряжения, усилители звуковой частоты и т.д.

В виду активного внедрения микропроцессорной вычислительной техники в системы управления, актуален вопрос синтеза выходных каскадов устройств управления (как правило, построенных по принципу КМОП технологии) с силовыми коммутирующими транзисторами.

Принято считать, что транзистор с изолированным затвором управляется напряжением. Однако на деле, в виду особенностей технологического процесса производства транзисторов, реальные приборы обладают рядом паразитных параметров. На рис. 1 приведена модель полевого транзистора с индуцированным каналом [2].

Наибольшее влияние на динамические характеристики полупроводником с изолированным затвором (в т.ч. IGBT), оказывает емкость затвор – исток C_{GS}. Формируется она при наложении затворного электрода на области истока и канала, соответственно, его величина зависит от геометрических размеров перекрытия и остается постоянным при любых условиях работы. Таким образом, открытие MOSFET транзистора, непосредственно связано с напряжением на паразитном конденсаторе C_{GS}. Исходя из модели (рис. 1) – цепь Gate – Source представляет собой RC цепь, в которой напряжение на конденсаторе описывается следующим выражением:

$$U = e^{t/RC}, \quad (1)$$

где t – время; R – сопротивление затвора R_g, C_{GS} – емкость перехода затвор – исток.

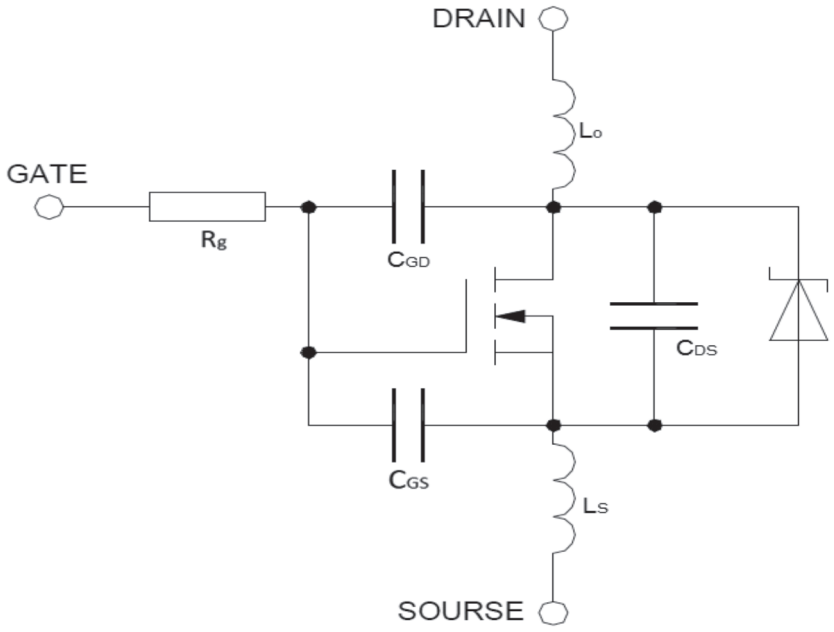


Рис. 1. Модель полевого транзистора с индуцированным каналом

Значение паразитных емкостей явно не указывается в документации на транзистор. Но по методике, описанной в статье [2], значение C_{GS} быть вычислено из выражения:

$$C_{GS} = C_{ISS} - C_{RSS}, \qquad (2)$$

При этом произведение $R_g C_{GS}$ называется постоянным времени T [1], отображающим время, за которое конденсатор заряжается на 63 %. На рис. 2 представлен график зависимости напряжения от времени, при протекании постоянного тока через конденсатор.

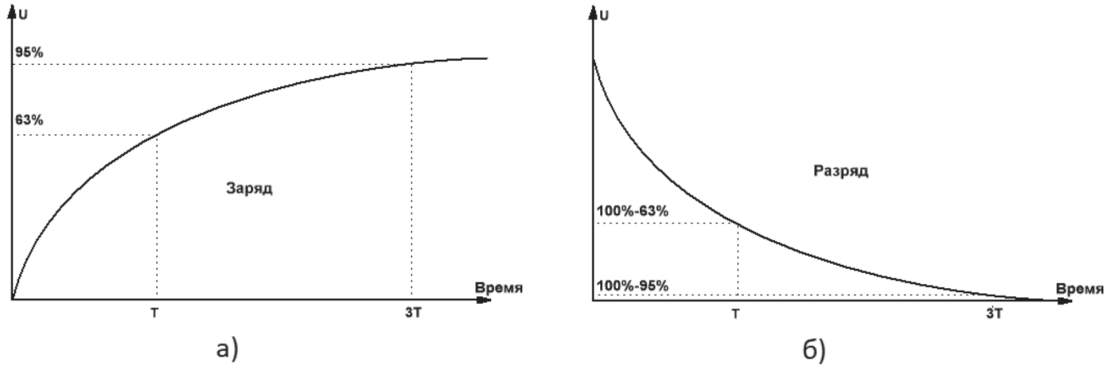


Рис. 2. Время заряда (а) и разряда (б) конденсатора

Также, на работу транзистора в режиме ключа наибольшее влияние оказывает индуктивность истока. Обуславливается он внутрикорпусной индуктивностью самого транзистора L_S, а также индуктивностью печатного проводника на плате. Именно для снижения этой индуктивности шунтирующий конденсатор необходимо располагать как можно ближе к выводам транзистора. Таким образом, цепь из сопротивлений $R_{HI} + R_{\text{GATE}} + R_G$, входной емкости C_{ISS} и паразитной индуктивности L_S образуют резонансный контур. Негативное влияние этого контура заключается в том, что при резком нарастании/спаде управляющего сигнала, в цепи затвора появляются колебательные процессы (рис. 3). Но резонансный контур демпфируется рядом сопротивлений в цепи затвора. То есть, изменяя сопротивление R_{GATE}, мы влияем на этот контур:

$$R_{GATE} = 2\sqrt{\frac{L_S}{C_{ISS}}} - (R_{DRV} + R_G), \qquad (3)$$

где R_{DRV} – выходное сопротивление источника управляющего сигнала.

Рассмотрев факторы, оказывающие влияние на динамические характеристики транзистора, определим параметры управляющей цепи, схема которой изображена на рис. 4. В момент подачи отпирающего напряжения, ток затворной цепи, в начальный момент времени, описывается следующим выражением [3]:

$$I_{GATE} = \frac{U_{\text{DRV}} + U_{GS}}{R_{HI} + R_{\text{GATE}} + R_G}, \qquad (4)$$

где U_{DRV} – напряжение цепи управления затвором; U_{GS} – напряжение на затворе; R_{HI} – выходное сопротивление схемы управления затвором; R_{GATE} – сопротивление резистора в цепи затвора; R_G – сопротивление затвора транзистора.

При закрытии транзистора необходимо брать во внимание выходное сопротивление на закрытие:

$$I_{GATE} = \frac{U_{\text{DRV}} + U_{GS}}{R_{LO} + R_{\text{GATE}} + R_G}, \qquad (5)$$

где R_{LO} – выходное сопротивление драйвера на закрытие.

Рис. 3. Колебательные процессы в цепи затвора

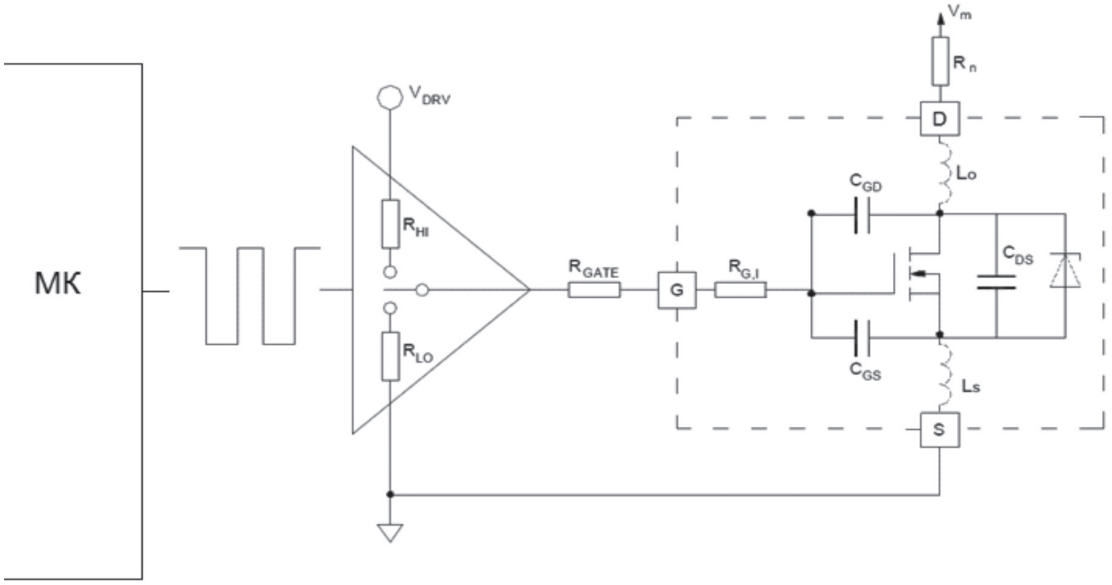


Рис. 4. Схема управления изолированным затвором

По мере нарастания напряжение U_{GS}, ток будет спадать (по той же экспоненте), но при расчете схемы управления принимается во внимание максимальный ток цепи затвора MOSFET транзистора.

Заключение. Разработка схемы управления силовыми MOSFET и её схемотехническая реализация является основополагающим фактором, определяющим динамические характеристики всей схемы, что в свою очередь определяет максимальную частоту коммутации и потери при переключении. В работе описан расчет параметров цепей управления коммутирующих полупроводниковых приборов, основываясь на модель, представленную в работе [2].

Автор выражает благодарность научному руководителю – к.т.н., доценту Лукьянову А.Д. за оказанную помощь при написании настоящей статьи.

Список литературы

1. Хоровиц, П. Искусство схемотехники. 3–е, изд. стер. / П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Мир, 2016. – С. 30–32.

2. Balogh L., Design And Application Guide for High Speed MOSFET Gate Drive Circuits // Материалы конференции SEM-1400 UNITRODE, 2001.

3. Саундбаррель [Электронный ресурс]. – http://soundbarrel.ru/pitanie/IR2153_01.html Доступ 28.11.2017.

УДК 531.768

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ MEMS АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

Горянина К.И., Вернези М.А.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, e-mail: gorianina.k@yandex.ru

Применение систем идентификации и позиционирования объектов актуальное направление в области оптимизации технологических и бизнес процессов. Для позиционирования используются в первую очередь навигационные системы, включающие в себя микромеханические акселерометры, магнитометры и гироскопы, но от производителя они поступают, как правило, некалиброванными и это вызывает большие сложности в управлении объектами. Рассматривая чувствительность акселерометра как некоторую поверхность в трехмерном пространстве, представляющую собой эллипсоид вращения, задача калибровки сводится к задаче центрирования данных и трансформации эллипсоида чувствительности в сферу с использованием стохастических методов. В статье приведены результаты имитационного моделирования процедуры идентификации коэффициентов усиления по осям ***MEMS*** акселерометра и использованием полных и неполных данных.

Ключевые слова: идентификация параметров, метод наименьших квадратов, неполные данные, MEMS, акселерометр

MODELING OF THE PROCEDURE FOR THE IDENTIFICATION OF MEMS ACCELEROMETER ERRORS

Goryanina K.I., Vernezi M.A.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: gorianina.k@yandex.ru

The application of systems of identification and positioning of objects is an actual direction in the field of optimization of technological and business processes. For positioning, navigation systems, including micromechanical accelerometers, magnetometers and gyroscopes, are primarily used, but they usually come from the manufacturer un-calibrated and this causes great difficulties in the management of objects. Considering the sensitivity of the accelerometer as a certain surface in three-dimensional space, which is an ellipsoid of revolution, the problem of calibration reduces to the problem of centering data and transforming the ellipsoid of sensitivity into a sphere using stochastic methods. The article presents the results of simulation simulation of the procedure for identifying gain factors along the MEMS accelerometer axes and using full and incomplete data.

Keywords: identification of parameters, least squares method, fragmentary data, MEMS, accelerometer

MEMS акселерометры получили широкое распространение в системах ориентации и управления различных мобильных объектов. При этом вопросы повышения точности и стабильности показаний датчиков приобретают первостепенное значение [1]. Вопросам моделирования и анализа погрешностей посвящен ряд работ [2, 3]. В то же время актуальной является процедура идентификации статических характеристик преобразующей системы MEMS-акселерометра.

Исходные данные. В работе [4] рассматривается задача идентификация погрешностей акселерометра в стохастической формулировке. В таком случае реакция акселерометра на ускорение свободного падения g представляется как точка в трехмерном пространстве, где облако точек образует трехосный эллипсоид.

Идентификация параметров эллипсоида чувствительности по неполным данным. Интересным на практике предоставляется случай идентификации параметров эллипсоида при неполных данных, когда облако точек $\hat{\Omega}$ покрывает не все квадранты эллипсоида. Также ставятся задачи определения зависимости точности идентификации от количества точек и от усеченности облака.

Результаты имитационного моделирования в случае усеченности облака представлены на рис. 1 и в табл. 1.

Таблица 1

Оценки полуосей эллипсоида для усеченного облака точек

	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\hat{c}$
$\frac{1}{2}\hat{\Omega}_{0.1}$	1.0090	0.5079	0.5045
$\frac{1}{4}\hat{\Omega}_{0.1}$	1.0296	0.5000	0.5097
$\frac{1}{8}\hat{\Omega}_{0.1}$	1.0372	0.4332	0.5050
$\frac{1}{16}\hat{\Omega}_{0.1}$	1.0089	0.3374	0.5239

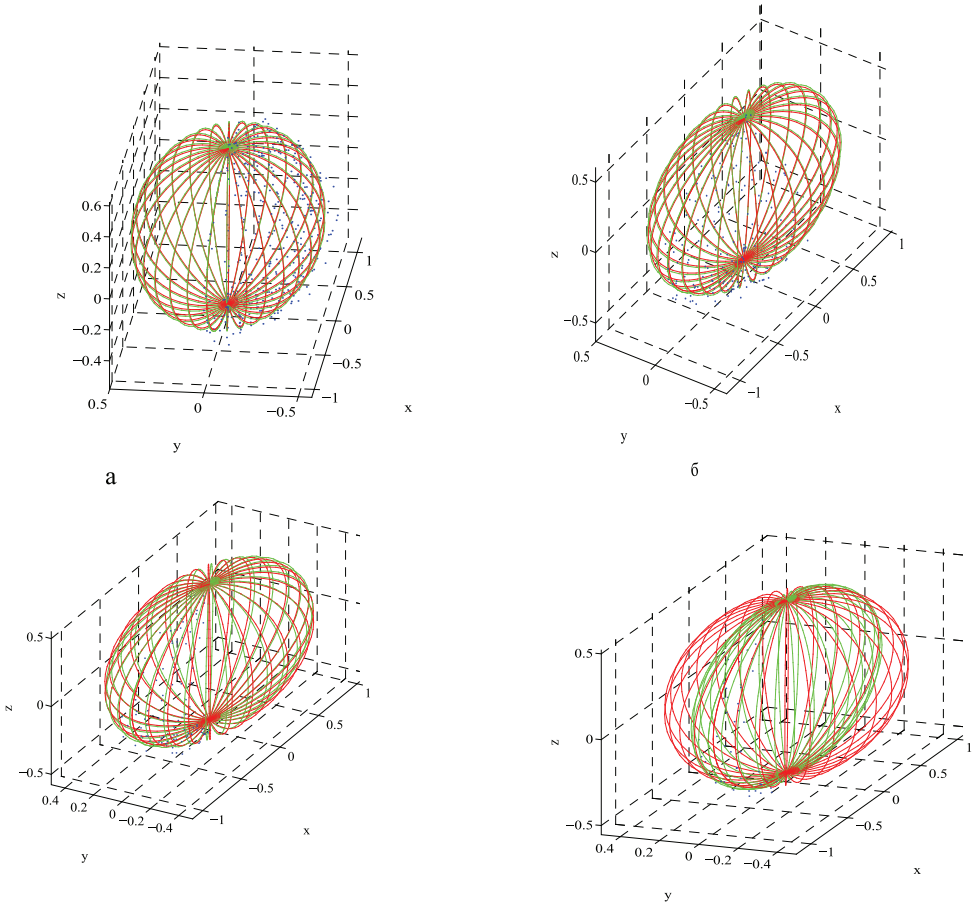


Рис. 1. Визуализация зашумленного облака точек на фоне эллипсоида чувствительности:
а – $\frac{1}{2}\hat{\Omega}_{0.1}$*; б –* $\frac{1}{4}\hat{\Omega}_{0.1}$*; в –* $\frac{1}{8}\hat{\Omega}_{0.1}$*; г –* $\frac{1}{16}\hat{\Omega}_{0.1}$

Для оценки ошибки идентификации от усеченности облака были проведены десятикратные серии имитационных экспериментов по полному облаку точек, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ и $\frac{1}{16}$ долей облака.

Результаты имитационного моделирования в случае разреженного облака точек представлены на рис. 2 и в табл. 2. В строках таблицы приведены оценки величин полуосей эллипсоида в зависимости от количества точек облака.

Таблица 2

Оценки полуосей эллипсоида для разреженного облака точек

	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\hat{c}$
529 точек	0.9975	0.5004	0.5155
256 точек	1.0215	0.5079	0.5144
121 точка	0.9790	0.5008	0.5186
64 точки	1.0368	0.4782	0.5155

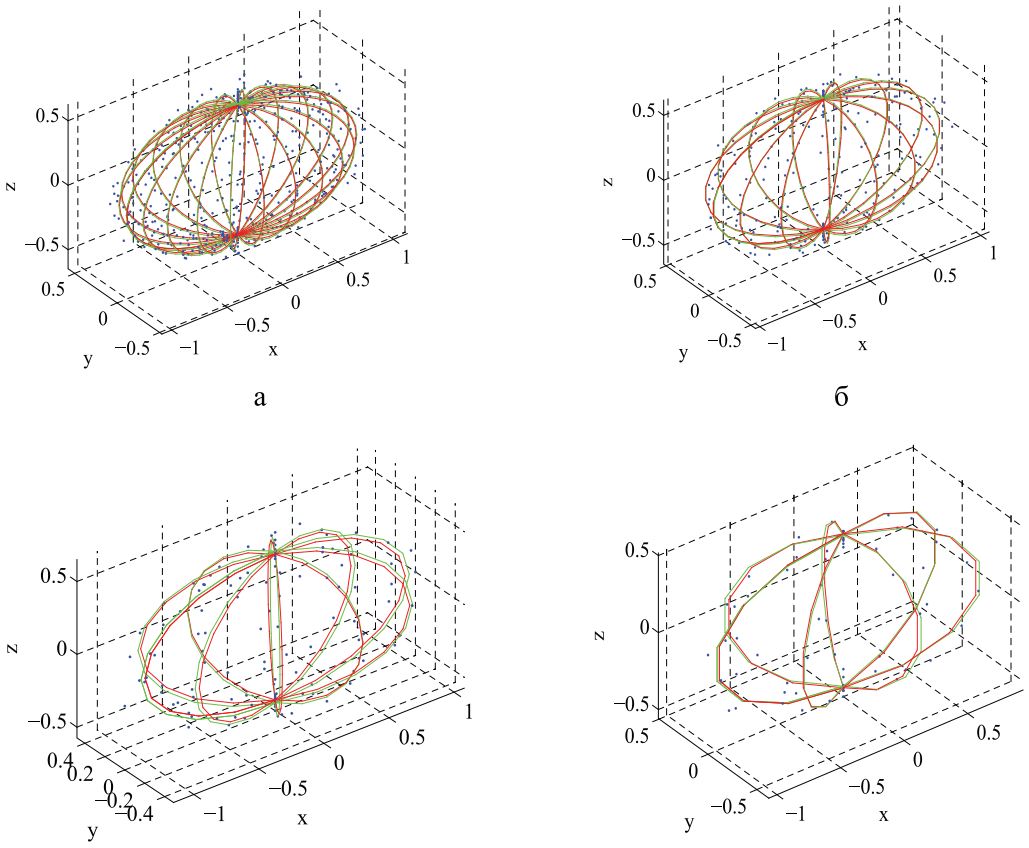


Рис. 2. Визуализация зашумленного облака точек на фоне эллипсоида чувствительности: а –529 точек, б –256 точек, в –121 точка, г – 64 точки

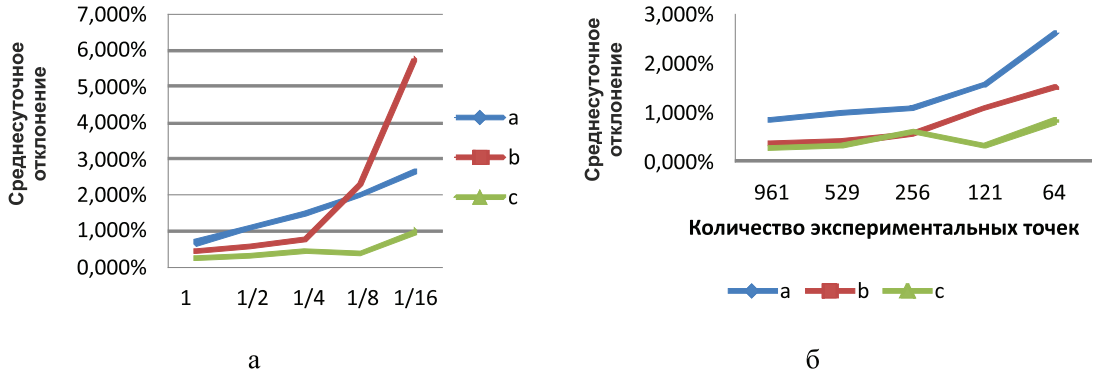


Рис. 3. Зависимость среднеквадратичного отклонения ошибки полуосей эллипсоида: а – как функции долей облака точек данных; б – как функции числа точек облака данных

Для оценки ошибки идентификации от количества точек были проведены десятикратные серии имитационных экспериментов по 961, 529, 256, 121 и 64 точкам облака данных.

На рис. 3,а показана зависимость среднеквадратичного отклонения ошибки полуосей эллипсоида как функции долей облака точек данных. Видно, что при большем усечении облака значение ошибки увеличивается. Результаты имитационного моделирования показывают, что для облака данных $\hat{\Omega}_{0.1}$ различной усеченности метод дает приемлемую погрешность порядка 1–2 %. В случае $1/16\hat{\Omega}_{0.1}$ значение СКО оценки величины полуоси $\hat{b}$ значительно возрастает, что говорит о нецелесообразности дальнейшего усекания облака точек. На рис. 3,б показана зависимость среднеквадратичного отклонения ошибки полуосей эллипсоида как функции числа точек облака данных. Видно, что при уменьшении количества точек облака данных значение ошибки увеличивается. Результаты имитационного моделирования показывают, что для облака данных $\hat{\Omega}_{0.1}$ различной плотности метод дает приемлемую погрешность порядка 1–3 %.

Заключение. Рассмотренная процедура идентификации параметров эллипсоида чувствительности MEMS-акселерометра по неполному облаку точек показала работоспособность метода. Полученные оценки соответствуют по точности оценкам с полным облаком точек, а среднеквадратичное отклонение оценки ошибки идентификации от количества точек и от усеченности облака составляет 1–3 %. Получены экспериментальные данные реального MEMS-акселерометра. Облако точек приближено к сфере со смещенным центром, что обусловлено конструкционными особенностями датчика.

Список литературы

1. Повышение точности мобильной альтиметрии: [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://tm.spbstu.ru/Повышение_точности_мобильной_альтиметрии (Дата обращения 18.11.2016).

2. Benevicius V. Identification of Capacitive MEMS Accelerometer Structure Parameters for Human Body Dynamics Measurements / V. Benevicius, V. Ostasevicius, R. Gaidys // Sensors. – 2013. – №13(9).

3. Ostasevicius V. Numerical analysis of dynamic effects of a nonlinear vibro-impact process for enhancing the reliability of contact-type MEMS devices / V. Ostasevicius, R. Gaidys, R. Dauksevicius // Sensors. – 2009. – №9.

4. Лукьянов А.Д. Идентификация параметров преобразующей системы MEMS – акселерометра ADXL-345 методом наименьших квадратов/ А.Д. Лукьянов, К.И. Горянина, Д.Т. Фам // Электроника и электротехника. – 2016. – № 2. – С.38–45.

УДК 614.842

МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРО-ГАЗО-СЧЕТЧИКА-ИЗВЕЩАТЕЛЯ С ТЕРМОМАГНИТНЫМ СЕПАРАТОРОМ ВОЗДУХА ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ

Долаков Т.Б.

ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы» МЧС России, Москва, e-mail: bacsan@list.ru

Проведен системный анализ пожарной опасности жилого сектора в сельской местности Краснодарского края, на основе которого установлено, что основными причинами возрастающих потерь от пожаров является их позднее обнаружение и прибытие к месту пожара, а также отсутствие необходимых средств и навыков противопожарной обороны у объектового персонала и населения, что не зависит от оснащенности и боевой подготовки пожарных, однако принципиально зависит от структуры системы средств противопожарной защиты городов и населенных пунктов, которая, следовательно, построена на требованиях, неадекватных пожарной опасности современной инфраструктуры административно-территориальных единиц. Предложено сопряжение электро-газо-счетчика-извещателя пожарно-энергетического вреда и опасных факторов пожара и взрыва от утечек бытового газа с термомагнитным сепаратором воздуха, для раннего обнаружения и подавления их в индивидуальных жилых домах и квартирах.

Ключевые слова: пожарная опасность, электросчетчик-извещатель, газовый счетчик с электромагнитным клапаном, термомагнитный сепаратор воздуха, компенсатор реактивной мощности

MODEL ELECTRO-GAS-COUNTER-ANNUNCIATOR WITH THE THERMOMAGNETIC SEPARATOR OF AIR FOR SUPPRESSION OF THE FIRES AND EXPLOSIONS

Dolakov T.B.

Academy of the State fire service Emercom of Russia, Moscow, e-mail: bacsan@list.ru

In article are given the results of systems analysis of fire danger of an inhabited sector in rural areas of Krasnodar Krai on the basis of which it is set that their late detection and arrival to the place of the fire is basic reasons of the increasing losses from the fires and also absence of necessary means and skills of fire-prevention defense at an object staff and the population that does not depend on equipment and combat training of firefighters, however essentially depends on structure of system of means of fire-prevention protection of the cities and settlements which, therefore, is constructed on requirements, inadequate to fire danger of the modern infrastructure of administrative and territorial units. In article is offered integration «the electro-gas meter of the annunciator of the fire of energetic harm and dangerous factors of the fire and explosion from leak of home gas with a thermomagnetic separator of air, for their early detection and suppression in personal houses and in apartments of residential buildings.

Keywords: fire danger, the electric meter annunciator, the gas meter with the electromagnetic valve, a thermomagnetic separator of air, the compensator of reactive power

Статистические исследования пожаров и последствий от них в Краснодарском крае за последние 11 лет показали, что время обнаружения пожаров в сельских районах составляет, в среднем, 15,9 мин, а среднее время прибытия к месту пожара – 14,7 мин. Первое обусловлено тем, что пожарная сигнализация, как правило, отсутствует на подавляющем количестве объектов, в второе – удаленностью и низкой средней скоростью движения пожарного автомобиля – 47,4 км/ч. Таким образом, среднее суммарное время свободного горения на селе составляет более получаса, что с учетом преобладающей застройки из горючих материалов (дерево, камыш и т.д.) достаточно для его полного сгорания [1].

Исследования показали [1–3], что наибольшее количество пожаров и ущерб от них в сельских районах, сосредоточены за пределами оперативно-тактических возможностей гарнизонов, т.к. из-за отсутствия пожарной сигнализации и связи, пожарные не выезжают на каждый 4-й пожар, на котором происходит гибель каждого 2–го и травмируется 2 из 3-х из пострадавших от пожаров, а также уничтожается каждая 8-я единица сельхозтехники, каждый 12-й кв.метр площадей, каждая 15-я голова крупного рогатого скота (КРС) и приносится 6-я часть прямых материальных потерь.

Углубленный статистический анализ пожаров показал, что 73,51 % всех пожаров в сельских районах получают развитие в результате [1,3]:

– позднего обнаружения (>10 мин.) – 40,67 % пожаров, в которых погибает 49,57 % и травмируется 13,09 % пострадавшего населения, а ущерб составляет 46,69 %;

– позднего прибытия (удаленность >5 км) – 25,29 % пожаров, в которых погибает 16,03 % и травмируется 9,45 % пострадавшего населения, а ущерб составляет 38,22 %;

Таким образом, можно однозначно утверждать, что основными причинами возрастающих потерь от пожаров является их позднее обнаружение и прибытие к месту пожара, а также отсутствие необходимых средств и навыков противопожарной обороны у объектового персонала и населения, что не зависит от оснащенности и боевой подготовки пожарных, однако принципиально зависит от структуры системы средств противопожарной защиты городов и населенных пунктов, которая, следовательно, построена на требованиях, неадекватных пожарной опасности современной инфраструктуры административно-территориальных единиц!

Принимая во внимание, что из-за количества и качества потребляемой электроэнергии, газа и угля в жилом секторе сельских районов Юга России, возникает более 70 % пожаров и свыше 80 % ущерба (рис. 1 – приборы и предметы быта), необходимым для обеспечения пожарной безопасности жилья, по мнению авторов, является применение электро-газо-счетчиков-извещателей, которые позволяют измерять пожарно-энергетический вред, предотвращая пожары и взрывы, возникающие из-за него [2, 4].

Комбинирование в электросчетчике пожарных извещателей с аспирационной системой, позволило обеспечить раннее обнаружение пожара в квартире или индивидуальном жилом доме, где такой электросчетчик установлен, а также включить звуковое оповещение о пожаре и передать вызов в ближайшую пожарную часть [5].

Однако, для нормального функционирования электроприборов и обеспечения их пожарной безопасности, недостаточно одного контроля за качеством потребляемой электроэнергии – необходимо «сглаживать не качественность доставки» электроэнергии потребителю, что успешно выполняется компенсаторами реактивной мощности (КРМ), которым электросчетчик-извещатель был дополнен [6].

В последние годы участились случаи утечки и взрывов бытового газа и пожаров от этого, в связи с чем, возникла идея разработать сопряжение электросчетчика-извещателя с газовым счетчиком с запорным лектромагнитным клапаном и датчиком утечки газа (например, «ГРАНД»), который имеет разъем подключения и к компьютеру, и для съема данных потребления газа,

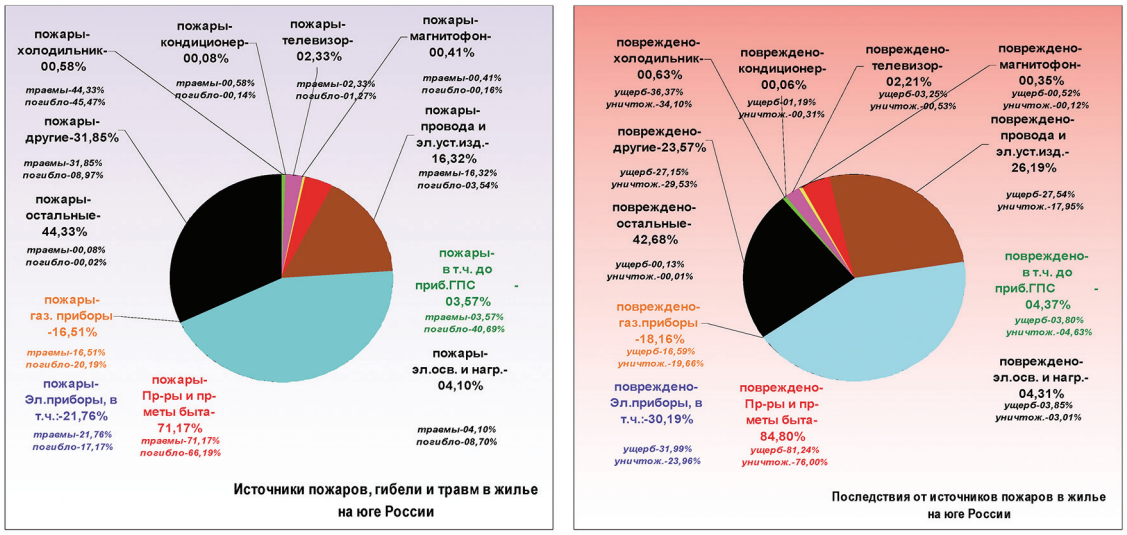


Рис. 1. Источники пожаров и последствий от пожаров в жилом секторе

и для управления перекрытием газового ввода электромагнитным клапаном [7].

В этом случае, как показали исследования [3,8], формулу пожарно-энергетического вреда (ПЭВ) можно представить, как сумму произведений потребленной электроэнергии и газа на соответствующие константы и вероятности пожаров от электрических и газовых приборов:

$$ПЭВ = k_{Дж} \cdot (Р_Д \cdot W_Д + Р_{НД} \cdot W_{нд}) + q_г P_Г \cdot W_г, \quad (1)$$

где ПЭВ – пожарно-энергетический вред за время t, $k_{Дж}$ – коэффициент перевода квт/ч в Джоули ($2.78 \cdot 10^{-7}$), $P_Д$ – вероятность пожара по электротехническим причинам при допустимых отклонениях параметров электроэнергии, $W_Д$ – количество потребленной электроэнергии при допустимых отклонениях её параметров, $W_{нд}$ – количество потребленной электроэнергии при не допустимых отклонениях её параметров, $q_г$ – теплотворная способность газа (35 мДж/м^3), $W_г$ – общее количество газа, израсходованное потребителем за время t, $P_Г$ – вероятность пожара от газовых приборов.

Нетрудно видеть, что применение газового счетчика с запорным клапаном и датчиком утечки газа, позволит снизить вероятность взрывов и/или пожаров от газовых приборов потребителя. Однако они не смогут защитить от утечки бытового газа извне (внешнего газопровода, соседней квартиры и т.д.). Только применение установок газового пожаротушения, которые понижают концентрацию кислорода в защищаемых помещениях, например, термомагнитные сепараторы воздуха [4], могут осуществить полное подавление определяемого ПЭВ и обнаруженных опасных факторов пожара и взрыва (ОФПВ) в жилом секторе через аспирационную систему [9].

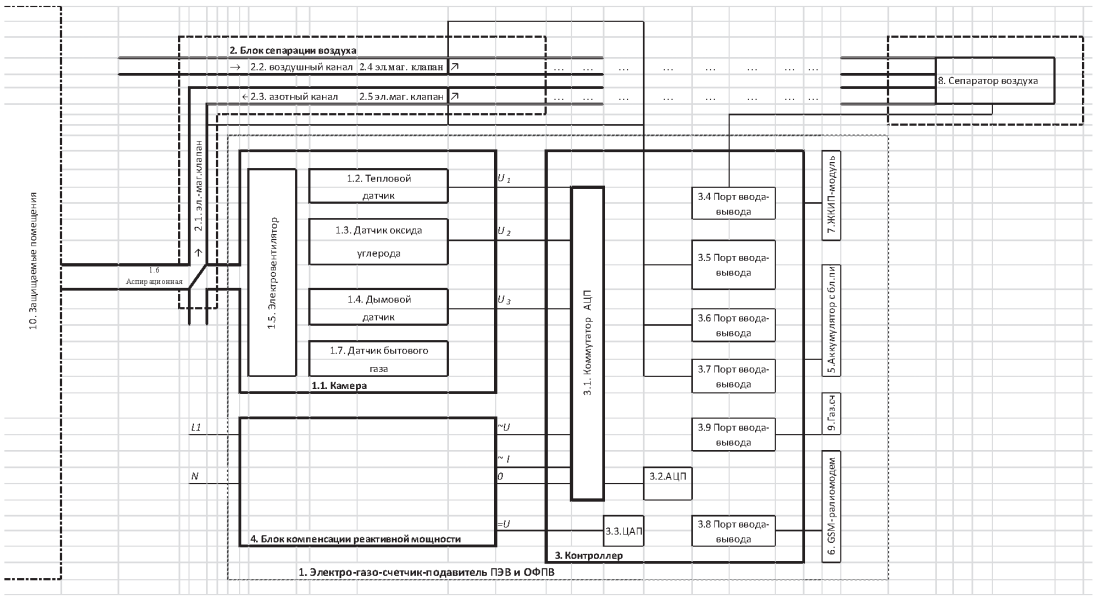


Рис. 2. Блок-схема модели ЭГСИП ПЭВ и ОФП

Таким образом, сопрягая термомагнитный сепаратор воздуха с электро-газо-счетчиком-извещателем с КРМ получаем модель (рис. 2) электро-газо-счетчика-извещателя-подавителя (ЭГСИП) ПЭВ и ОФП в индивидуальном жилом доме/квартире [10].

Список литературы

1. Белозеров В.В., Долаков Т.Б. О синергетической системе противопожарной защите села // Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум 2016». – URL: www.scienceforum.ru/2016/1963/25022 (дата обращения: 01.02.2018).

2. Белозеров В.В., Долаков Т.Б., Олейников С.Н., Белозеров Вл.В. О безопасности и энергосбережении в индивидуальных жилых домах // Повышение международной конкурентоспособности российской инновационной продукции и технологий предприятий Ростовской области: сб. науч. тр. I Междунар. научно-практ. конф. – Ростов н/Д: ДГТУ, 2016. С. 34–40.

3. Долаков Т.Б. О самоорганизации деятельности добровольных пожарных формирований // Материалы IX Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум 2017» URL: www.scienceforum.ru/2017/2312/26804 (дата обращения: 01.02.2018).

4. Бахматская Л.С., Олейников С.Н., Периков А.В. Синтез аспирационного и термомагнитного методов выделения и подавления пожарно-энергетического вреда в автоматизированную систему обеспечения безопасности жилого сектора // Электроника и электротехника. – 2016. – № 2. – С.24–30. DOI: 10.7256/2453–8884.2016.2.20898

5. Олейников С.Н. Электросчетчик-извещатель пожарно-электрического вреда //Патент на полезную модель № 135437 от 16.04.2013.

6. Шумченко В.С. Автоматическое обнаружение и подавление пожарно-электрического вреда в жилом секторе // Материалы IX Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум 2017» URL: http://www.scienceforum.ru/2017/2312/27296 (дата обращения: 01.02.2018).

7. Счетчики газа Гранд–SPI /Руководство по эксплуатации ТУАС.407299.002 РЭ – Ростов н/Д: ООО «Турбулентность Дон», 2015. – 24 с.

8. Белозеров В.В., Олейников С.Н. К вопросу об адаптивном пожарно-энергетическом налоге в обеспечении пожарной безопасности // Совершенствование теории и методологии финансов и налогообложения: мат-лы междунар. научно-практ. конф. – Йошкар-Ола: Коллоквиум, 2012. – С. 106–111.

9. Белозеров В.В., Долаков Т.Б., Олейников С.Н., Периков А.В., Прус Ю.В., Топольский Н.Г. Способ диагностики и подавления пожарно-энергетического вреда и опасных факторов пожара и взрыва от бытового газа – заявка на изобретение № 2017130268 от 28.08.2017.

10. Долаков Т.Б. Электро-газо-счетчик-подавитель пожарно-энергетического вреда и опасных факторов пожара и взрыва – заявка на полезную модель № 2017140548 от 21.11.2017.

УДК 631.3

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВСЕСЕЗОННОЙ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН К ПРОРАЩИВАНИЮ

Донской Д.Ю., Лукьянов А.Д.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: dand22@bk.ru

В данной статье рассмотрена установка, разработанная для интенсивного проращивания семян овощных и зеленных культур. Данная разработка обеспечит процесс круглогодичного агрокультивирования семян. На данный момент существует множество способов воздействия на семена, но все они как правило, направленны на обеззараживание их поверхности: химическое протравливание, обработка ультрафиолетом, плазмой и даже взрывом гремучей смеси. Мы же предлагаем воздействовать на семена светом изменяемого спектрального состава и интенсивности, а также микроклиматом, с целью увеличения всхожести и скорости их прорастания при сохранении высокого уровня жизнеспособности, что принципиально отличает его от других. Используемый нами метод базируется на двух физических принципах. Во-первых, глубина залегания семени в почве определяется по отфильтрованному спектру света, достигающего его. Выделив соотношение спектральных составляющих, возможно сымитировать нахождение семени в грунте (агрокультивирование без грунта). Во-вторых, скорость процессов прорастания семени регулируется биологическими часами, которыми можно управлять, путем искусственной смены дня и ночи.

Ключевые слова: агрокультивирование, светодиоды, элемент Пельтье, точность, система, реле, транзисторный мост, переходная характеристика, фотопериод, спектр, эффективная величина

AUTOMATED INSTALLATION FOR YEAR-ROUND PREPARATION OF SEEDS FOR GERMINATION

Donskoi D.Y., Lukyanov A.D.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: dand22@bk.ru

In this article, an installation designed for intensive germination of seeds of vegetable and green crops is considered. This development will ensure the process of year-round seed agroculture. At the moment, there are many ways to affect the seeds, but they are generally directed to disinfecting their surface: chemical dressing, treatment with ultraviolet, plasma and even explosive mixture. We propose to influence the seeds with light of variable spectral composition and intensity, as well as microclimate, in order to increase the germination and germination rate while maintaining a high level of vitality, which fundamentally distinguishes it from others. The method we use is based on two physical principles. First, the depth of the seed in the soil is determined from the filtered spectrum of light reaching it. By isolating the ratio of the spectral components, it is possible to simulate the presence of the seed in the soil (agro-cultivation without soil). Secondly, the rate of germination of the seed is regulated by biological clocks, which can be controlled, by means of an artificial change of day and night.

Keywords: agrocultivation, LEDs, Peltier element, accuracy, system, relay, transistor bridge, transient response, photoperiod, spectrum, effective value

С каждым годом потребность людей во всесезонных овощах и зелени растет. Это требует либо увеличение площадей, либо повышение производительности тепличных хозяйств по всей территории, где возможно агрокультивирование. Установка, рассматриваемая в данной статье, направлена на повышение производительности технологий закрытого грунта, что достигается за счет интенсификации, автоматизации и всесезонности процессов проращивания семян овощных и зеленных культур. Технология закрытого грунта позволяет использовать данную систему в большом диапазоне климатических условий, что очень востребовано в местностях с экстремальными, для семян, климатическими условиями.

Система поддержания микроклимата

Одной из составляющих данной установки является система поддержания микроклимата с возможностью регулировки температуры, адаптации к изменяющимся внешним и внутренним условиям и моделирования смены температуры в течении суток в разные сезоны агрокультивирования. Так как установка для всесезонной подготовки семян масштабируема, мы рассмотрим вариант с внутренним объемом от 0.5–5 м^3, что достаточно для проращивания семян в объеме частного производства. Структурные схемы, показанные на следующих рисунках, определяют вариации сборки автоматизированной системы поддержания микроклимата.

Эта структура системы не позволяет использовать управление ШИМ сигналом и требует 2 цифровых, для срабатывания реле.

Для более быстрого и точного позиционирования температурного порога требуется использование транзисторов, как на следующей структурной схеме (рис. 2).

Разницу между методами реализации системы поддержания микроклимата можно увидеть на переходной характеристике, процесса регулирования температуры в установке, рис. 3.

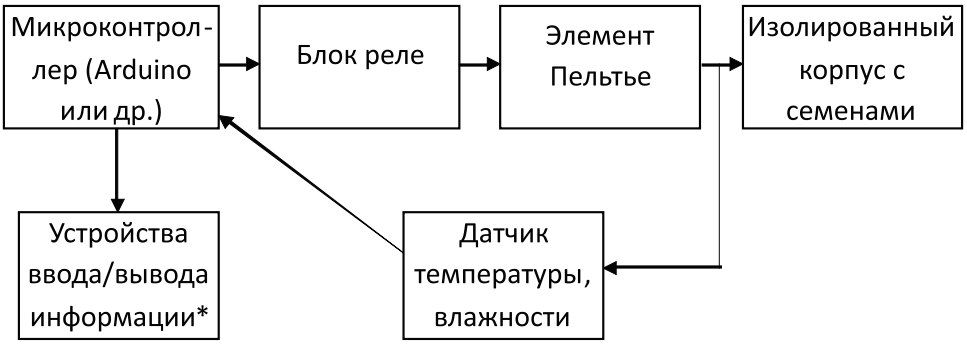


Рис. 1. Блок-схема с переключателем, базирующимся на 2-х реле.
**Устройства ввода/вывода требуются для мониторинга и ручной регулировки условий теплицы*

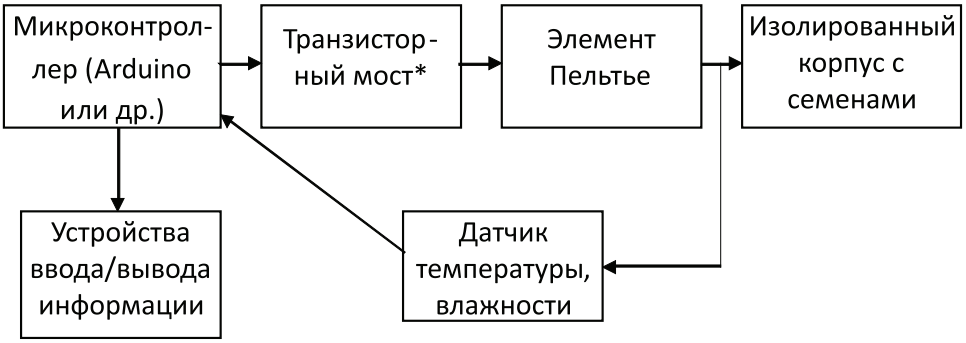


Рис. 2. Блок-схема с переключателем полярности на транзисторах.
**Данная сборка обеспечивает мгновенное изменение полярности питания элемента Пельтье, что обеспечивает наибольшую точность системы. Такая сборка требует от микроконтроллера 2 управляющих ШИМ сигнала и один цифровой*

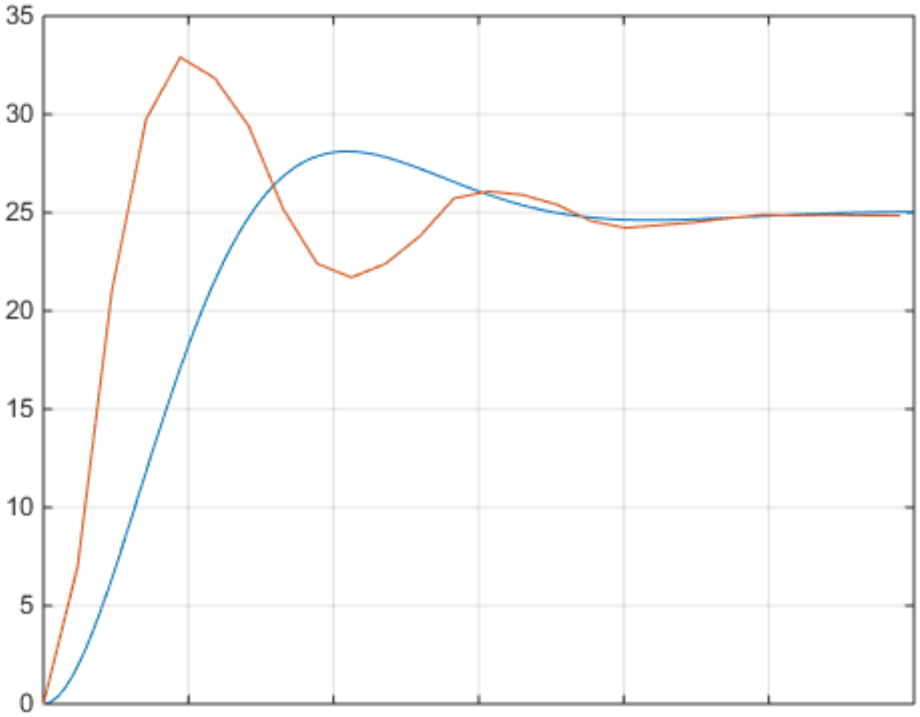


Рис. 3. Переходная характеристика системы поддержания микроклимата: красная линия – транзисторный мост; синяя – реле

Система стимуляции семян различными спектрами света

С развитием технологий закрытого грунта как на гидропонной, так и на аэропонной основе, и интенсивной светокультуры, необходимо обратить внимание на стимулирование семян тепличных растений. В настоящее время известно множество опубликованных научных работ, в которых изучалась обработка семян различными методами. Результаты данных исследований положительны, растения из семян, обработанных физическими факторами более устойчивы к заболеваниям. Основываясь на сведениях об успешной светостимуляции роста и развития различных видов растений в условиях биотехнологических лабораторий с использованием светодиодных ламп, мы в автоматизированной установке для всесезонной подготовки семян к проращиванию используем блоки светодиодов различных спектров. В связке с системой поддержания микроклимата мы получаем от семян: повышение энергии прорастания, всхожести, усиление фотосинтетической активности, повышение выживаемости растений, улучшение качества продукции и увеличение урожайности [1].

Для того чтобы воздействие видимым спектром света было положительным требуется подбор алгоритмов светостимуляции для всех растений овощных и зеленных культур.

Каждое семя по-своему настроено на определенную глубину зарывания в почве, эта глубина определяется по отфильтрованному спектру солнечного света, который достигает его, проходя слой грунта (рис. 4).

В реальных условиях, проходя сквозь грунт, синяя и зеленая спектральная составляющая отражаются или поглощаются поверхностью земли, т.е. значительно падает их воздействие на семя. Таким образом, с помощью светодиодов можно смоделировать определенное соотношение спектральных составляющих зеленого, синего, красного и белого цвета, которое будет инициировать процесс проращивания семени [4].

Еще одним немаловажным аспектом увеличения всхожести и скорости прорастания семян является смена освещения и климата в течении суток. Это говорит о том, что, изменяя фотопериод и температуру, мы имитируем смену дня и ночи, задавая определенный ритм биологическим часам семени. Наглядно это можно увидеть на рис. 5.

Структурная схема всей системы светостимуляции изображена на рис. 6.

Однако, имея хорошую базу исследований в данном направлении, научное сообщество до сих пор не предложено системы эффективных величин для оценки действия оптического излучения различного спектрального состава на семена овощных и зеленных культур [5]. В основе такой системы эффективных (редуцированных) величин должна лежать кривая чувствительности семян к одному из факторов режима световой стимуляции, либо к соотношению данных факторов. Учёт данной кривой и других оптических спектральных свойств семян позволит увеличить эффективность их предпосевной обработки [6].

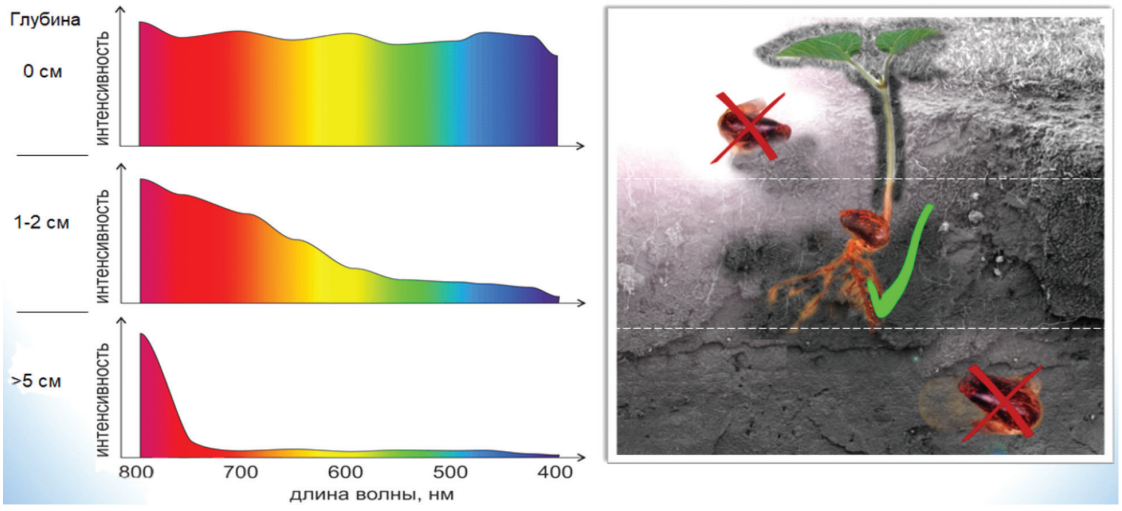


Рис. 4. Влияние интенсивности и спектра света на всхожесть семян

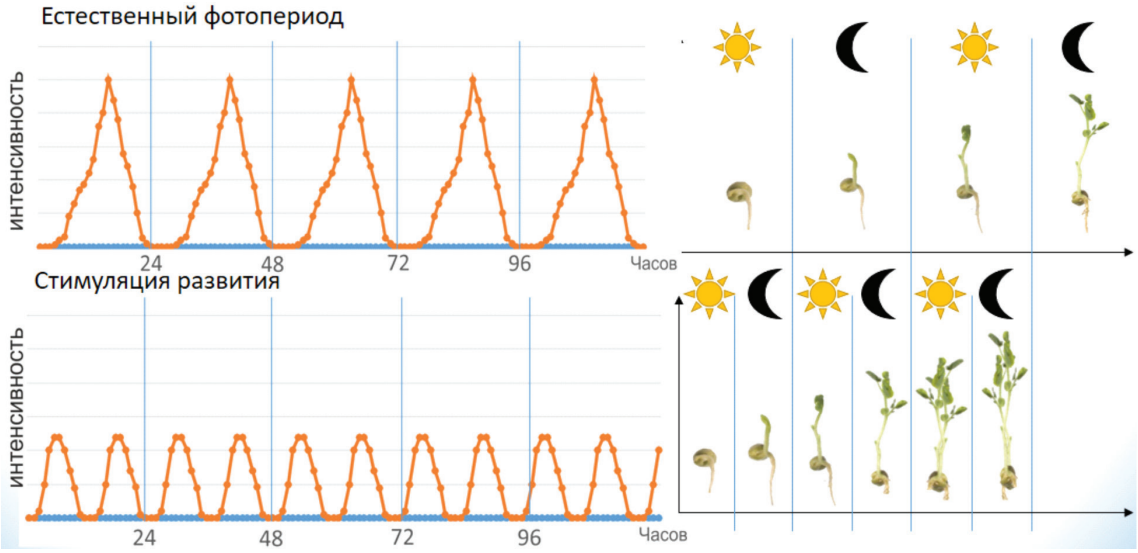


Рис. 5. Влияние искусственного изменения фотопериода на ускорение прорастания семян

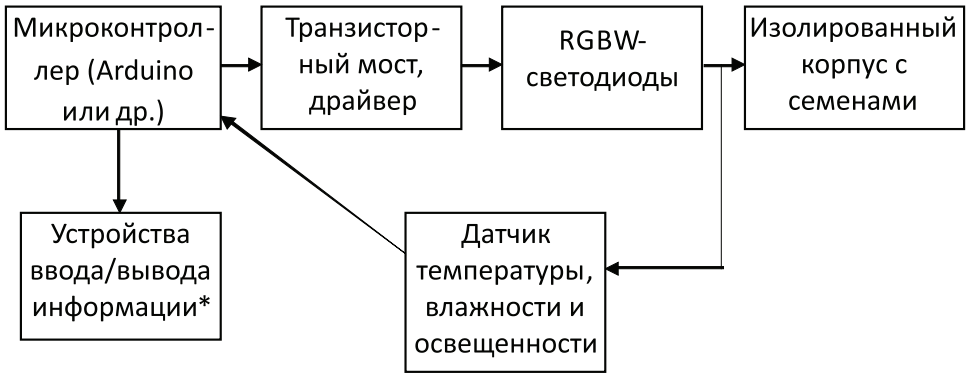


Рис. 6. Блок-схема системы светостимуляции

Заключение. Таким образом, для полной искусственной реализации климатических условий требуются более тщательные исследования по данному направлению. Нами была разработана данная тепличная установка с целью нахождения той самой кривой эффективных величин. Это позволит увеличить всхожесть, жизнеспособность и скорость прорастания семян овощных и зеленных культур. Применение данной установки в производстве повысит производительность тепличных хозяйств, что и требуется для удовлетворения спроса на всесезонные овощи и зелень [2, 4].

Список литературы

1. Дектярев А.А., Ключка Е.П. Применение переменных световых полей для светостимуляции тепличных растений // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 2–3.; URL: http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=12301 (дата обращения: 01.02.2018).

2. Ключка, Е.П. Новый подход для исследования переменного облучения растений в теплицах / Е.П. Ключка, Е.В. Пустовойтова // Инновации в сельском хозяйстве: сборник 5-й Международной научно-практической конференции. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2014. –№4. – С. 43–46.

3. Katin O.I., Lukyanov A.D.Determine pH of Liquid Using the RGB Sensor and Universal Indicator Paper / Modern informatization problems in economics and safety: Proceedings of the XXII International Open Science Conference. Editor in Chief O.Ja. Kravets, 2017. – C. 16–21.

4. Lukyanov A.D., Lisitskaya E.M., Vernesi M.A., Zimovnov O.V. Mathematical Model of Redistribution of Water in the System of Automatic Hydroponic Complex Control // Modern informatization problems in economics and safety: Proceedings of the XXII International Open Science Conference. Editor in Chief O.Ja. Kravets, 2017. – C. 32–37.

5. Ключка, Е.П. Применение переменных световых полей для светостимуляции тепличных растений / Е.П. Ключка, А.А. Дегтярев / Статья размещена на сайте VII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум 2015» по адресу http://www.scienceforum.ru/2015/785/9661

6. Ключка Е.П. Особенности биотехнической системы переменного облучения растений в теплицах / Е.П. Ключка, Е.В. Пустовойтова. – URL: http://www.scienceforum.ru/2015/785/9674.

УДК 004.735

ZIGBEE – ПРОТОКОЛ СОВРЕМЕННОЙ БЕСПРОВОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Закалюжный А.А., Кудряшев С.Б.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: zakalizhnuy-95@yandex.ru

В данной статье рассмотрен протокол современной технологии беспроводной передачи данных ZigBee, его основные характеристики, достоинства и недостатки, история развития. Приведена краткая история возникновения и использования беспроводных сетей, в том числе и беспроводных сенсорных сетей, а также основные принципы их построения и функционирования. Раскрыто понятие популярной в настоящее время тенденции интернета вещей, а также промышленного интернета вещей. Произведен сравнительный анализ рассматриваемого протокола ZigBee с другими существующими протоколами беспроводной передачи информации, такими как Wi-Fi и Bluetooth. Рассмотрены основные характеристики и области применения каждой из приведенной выше технологий. На основе проведенного анализа даются практические рекомендации по выбору той или иной беспроводной технологии в конкретном проекте разработчика.

Ключевые слова: Интернет вещей, ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth, датчики, беспро*водная сеть, частотный диапазон*

ZIGBEE – PROTOCOL OF MODERN WIRELESS DATA TRANSMISSION TECHNOLOGY

Zakaluyzhnyy A.A., Kudryshov S.B.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: zakalizhnuy-95@yandex.ru

The protocol of modern technology of wireless data transmission ZigBee, its main characteristics, advantages and disadvantages, history of development is considered in this article. A brief history of the emergence and use of wireless networks, including wireless sensor networks, as well as the basic principles of their construction and operation is given. The notion of the currently popular trend of the Internet of things, as well as the industrial Internet of things, is disclosed. A comparative analysis of the ZigBee protocol in question with other existing protocols for wireless information transmission, such as Wi-Fi and Bluetooth. The main characteristics and application areas of each of the above technologies are considered. On the basis of the analysis, practical recommendations are given for choosing a particular wireless technology in a specific project of the developer.

Keywords: Internet of Things, ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth, sensors, wireless network, frequency range

Интернет вещей или Internet of Things – методология вычислительной сети физических предметов, оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключающее из части действий и операций необходимость участия человека. Если говорить более простым языком, то данное определение можно описать как единую сеть, соединяющую окружающие нас объекты реального мира и виртуальные объекты; концепция связи большого количества электронных устройств в общую сеть. Они общаются между собой через интернет: передают друг другу информацию и реагируют на неё. Например, собирают данные о погоде со всех концов Земли, управляют офисными зданиями или сообщают пути объезда, если впереди на дороге образовалась пробка. [1, 6].

Тенденция интернета вещей с каждым днем становится все популярнее и популярнее. Чаще всего понятие интернета вещей неразрывно связано с чем-то умным: «умный транспорт», «умные дома», «умные предприятия». Одним из важнейших направлений развития интернета вещей является промышленный интернет вещей. Предполагается, что в будущем «вещи» станут активными участниками бизнеса, информационных и социальных процессов, где они смогут взаимодействовать и общаться между собой, обмениваясь информацией об окружающей среде, реагируя и влияя на процессы, происходящие в окружающем мире, без вмешательства человека [7]. Для того, чтобы обеспечить масштабное внедрение промышленного интернета вещей в жизнь человечества, должно быть совершено еще множество технических усовершенствований. К ним относятся снижение стоимости хранения данных, уменьшение расхода энергии на беспроводную передачу данных и повышение уровня доступности сети. Подведение всех протоколов беспроводной передачи данных под единый стандарт тоже является необходимым условием развития промышленного интернета вещей.

В промышленности беспроводные сети передачи данных применяются уже более 30 лет. В прошлом они обычно представляли собой проприентарные технические

решения в диапазоне ниже 1 ГГц. В них использовалась простая амплитудная или частотная модуляция. Радиотракты для таких видов модуляции легко собирались из пригоршни дискретных элементов. К недостаткам такого подхода относятся полное отсутствие защиты информации и ограниченная полоса.

За последние два десятилетия был разработан ряд стандартов надёжной беспроводной связи. Из последних большинство обеспечивают достаточную для широкого применения защиту информации. Кроме того, в 80-х появилось несколько новых частотных диапазонов свободного использования, включая диапазоны 2,4 и 5 ГГц. На сегодняшний день внедрение стандартизованных решений радиосвязи стало экономически эффективным и безопасным средством для устройств мониторинга и управления, работающих в удалённых условиях или на промышленном предприятии. Возникает вопрос оптимального выбора стандарта беспроводной связи из множества доступных [5].

В последнее время наибольшее распространение приобретают беспроводные сенсорные сети. Беспроводная сенсорная сеть представляет собой самоорганизующуюся сеть множества исполнительных механизмов, а именно – датчиков и устройств, объединенных между собой посредством радиоканала. Среди сенсорных беспроводных сетей особенное значение имеет протокол ZigBee.

У истоков протокола стоит организация ZigBee Alliance, отвечающая за его развитие и продвижение, а также за сертификацию оборудования. Впервые ZigBee был представлен публике в 2004 году. Через год спецификации первой версии протокола были утверждены, и он стал внедряться в конечные устройства [3].

ZigBee – протокол верхнего уровня, базирующийся на беспроводном стандарте IEEE 802.15.4, позволяющим настраивать поверх радиосигнала различные протоколы. Zigbee предназначался для сетей из распределенных по значительной площади маломощных датчиков. Данный протокол связи использует ячеистую сетевую структуру, которая обеспечивает надежную связь между узлами сети, криптографическую защиту данных, изощренные методы экономии энергии. Так, в протоколе Zigbeers предусмотрено быстрое включение и выключения прибора. Устройства ZigBee компактны и имеют невысокую стоимость. Стандарт позволяет использовать каналы в нескольких частотных диапазонах. Наибольшая скорость передачи и наилучшая помехоустойчивость достигаются в диапазоне от 2,4 до 2,48 ГГц. В этом диапазоне предусмотрено 16 каналов по 5 МГц.

Однако, помимо перечисленных достоинств, у рассматриваемого протокола есть и существенные недостатки. Один из них – низкая скорость передачи данных. Средняя скорость передачи полезных данных, в зависимости от загрузки сети и числа ретрансляций, составляет от 5 до 40 кбит/с, хотя для работы с датчиками этой скорости вполне достаточно. Другим важным недостатком являются проблемы с совместимостью оборудования. Вызваны они целым рядом причин. Начнем с того, что стандарт пережил несколько обновлений – в 2006, 2007 и 2012 годах. Разумеется, авторы новых спецификаций уделили внимание вопросам совместимости, однако, практика показывает, что гаджеты разных стандартов в рамках одной сети лучше не использовать [4].

Прямыми конкурентами стандарта ZigBee являются такие известные сети, как Bluetooth и Wi-Fi. Рассмотрим особенности каждой из них [5].

Стандарт Wi-Fi или IEEE 802.11a/b/g/n является самым распространённым техническим решением организации беспроводной TCP/IP сети для пользовательских и промышленных устройств. Название Wi-Fi произошло от сокращения словосочетания Wireless Fidelity (точная беспроводная связь) и является стандартом связи устройств в беспроводной локальной вычислительной сети. Комитет, который координирует этот стандарт, ставил перед собой задачу создать как можно лучшую замену проводной сети TCP/IP. Среди прочих приоритетными были параметры безопасности и скорости передачи данных. В результате этого пропускная способность 802.11n больше, чем у любого иного стандарта беспроводной связи ближнего радиуса действия. К недостаткам относится большая потребляемая мощность и необходимость в больших вычислительных ресурсах для эффективного обслуживания стека протоколов 802.11. В образовавшейся из-за этих недостатков свободной нише рынка возник ряд стандартов для устройств с расходом энергии.

Стандарт Bluetooth предназначен для организации персональной сети, которая окружает человека или интеллектуальное устройство и не требует значительно-

Общая классификация основных стандартов беспроводной передачи данных

Характеристика	ZigBee	Bluetooth	Wi-Fi
Частотный диапазон, МГц	2400–2483	2400–2483	2412–2484
Скорость передачи данных, кбит/с	250	721	11000/54000
Дальность связи, м	200	Класс 1 – 100 Класс 2 -10 Класс 3 -1	100
Потребление тока (active, sleep), мА/мкА	30/1	70/20	450
Модуляция, доступ к среде	DSSS	FHSS	DSSS
Топология системы	«Точка – точка», «звезда», сеть	«Точка – точка», «звезда», сеть	«Точка – точка», «звезда»

го расхода энергии. Стандарт соответствует требованиям быстрого соединения, простоты человеко-машинного интерфейса и малого потребления энергии. В персональной сети допускается весьма близкое взаимное расположение множества передатчиков – в Bluetooth применяется синхронизация всех устройств во избежание наложения сигналов их передатчиков. При разработке Bluetooth также учитывалось обеспечение устойчивости к помехам от Wi-Fi устройств, с применением алгоритма скачкообразной перестройки частоты, чтобы сообщения Bluetooth устройств могли передаваться даже при одновременной активности в нескольких каналах Wi-Fi. Наконец, в силу очень малой мощности своего передатчика связь по Bluetooth меньше подвержена влиянию многолучевого распространения, по сравнению со связью по Wi-Fi. Благодаря этому для применения Bluetooth не требуется глубокое изучение и планирование радиообстановки в месте эксплуатации. Система весьма устойчива к воздействию посторонних и взаимных помех.

По рассмотренным протоколам беспроводных сетей составим таблицу общей классификации основных стандартов беспроводной передачи данных [2].

По вышеописанному можно сделать вывод, что на практике разделение между всеми стандартами беспроводной связи носит условный характер. Стандарты перекрываются друг другом и могут конкурировать в одних и тех же проектах. Каждый из рассмотренных стандартов имеет свои преимущества. Однако они не настолько серьезны, поэтому часто выбор той или иной технологии беспроводной связи зависит от субъективных предпочтений разработчика или определяется какими-либо внешними специфическими условиями. Это могут быть:

• Наличие развитой инфраструктуры. Например, известно, что во всех крупных городах в данный момент существует и активно развивается сеть точек доступа Wi-Fi. Понятно, что в данной ситуации разработчику наиболее целесообразно использовать в своей разработке модули стандарта Wi-Fi.

• Наличие высокого уровня стандартизации и широкая поддержка стандарта множеством устройств различных производителей. В этом случае абсолютными лидерами являются стандарты Bluetooth и Wi-Fi.

• Возможность покрытия беспроводной сетью обширных территорий при сохранении низкого энергопотребления. С этой точки зрения наиболее перспективным является стандарт ZigBee.

Список литературы

1. Закалюжный А.А., Кудряшев С.Б. Интернет вещей в системе контроля метеорологических параметров технологической среды при совершении логистических операций // Журнал гуманитарных наук. – 2017. – №17.

2. Обзор современных технологий беспроводной передачи данных в частотных диапазонах ISM [Электронный ресурс]. URL: http://www.wireless-e.ru/articles/technologies/2011_4_6.php (дата обращения: 05.10.2017).

3. Протокол ZigBee: беспроводные технологии на службе «умного» дома [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ferra.ru/ru/digihome/review/SmartHome-ZigBee/ (дата обращения: 02.10.2017).

4. Сети ZigBee. Зачем и почему? [Электронный ресурс]. – URL: https://habrahabr.ru/post/155037/ (дата обращения: 08.10.2017)

5. WiFi, Bluetooth или Zigbee – какой стандарт лучше? [Электронный ресурс]. – URL: http://ua.automation.com/content/wifi-bluetooth-ili-zigbee-kakoj-standart-luchshe (дата обращения: 08.10.2017).

6. Амперка. Интернет вещей [Электронный ресурс]. – URL: http://amperka.ru/product/yodo-iot (дата обращения: 26.09.2017).

7. Интересные публикации Geektimes [Электронный ресурс]. – URL: https://geektimes.ru/post/149593/ (дата обращения: 25.09.2017).

УДК 681.518.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ КАЧЕСТВА МАШИННОГО МАСЛА

Каевский А.И., Белокопытов Р.К.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: isasha6613@gmail.ru, RedarSyltan@yandex.ru

В данной работе рассматривается возможное решение проблемы сгущения смазочного масла, связанного с образованием в нем сажи, в результате работы дизельного двигателя. Двигатели, которые производят относительно низкий уровень твердых частицы в выхлопных газах показывают значительный уровень загрязнения сажей смазочного материала. Это загрязнение приводит к потере смазкой своих свойств. Сажа загрязняет смазку и изменяет химические свойства, приводя к прекращению работоспособности смазки. Актуальным представляется автоматизировать процесс определения текущего загрязнения смазочных материалов сажей, что поможет своевременно его заменить и предотвратить контакт типа «металл-металл», и, как следствие, поломку двигателя. Одним из вариантов решения данной проблемы, является внедрение в систему автомобиля вибрационного вискозиметра, который будет отслеживать состояния масла в режиме реального времени.

Ключевые слова: нанотехнологии, двигатель, твердые частицы, анализ, автоматизация, вискозиметр

AUTOMATION OF THE PROCESS OF MEASURING THE QUALITY OF ENGINE OIL

Kaevsky A.I., Belokopytov R.K.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: isasha6613@gmail.ru, RedarSyltan@yandex.ru

In this paper, a possible solution to the problem of thickening a lubricating oil associated with soot is considered. Engines that produce a relatively low level of particulate matter in the exhaust gas show a significant level of soot contamination of the lubricant. This contamination leads to loss of lubrication of its properties. Soot contaminates the lubricant and changes the chemical properties, leading to a loss of lubricity. It is important to automate the process of determining the current contamination of lubricants with soot, which will help prevent metal-to-metal contact and, as a result, engine failure. One of the solutions to this problem is the introduction of a vibratory viscometer into the car system, which will monitor the oil status in real time.

Keywords: nanotechnology, engine, solid particles, analysis, automation, viscosimeter

Дизельные двигатели широко используются в автомобильной промышленности из-за их лучшей экономии топлива по сравнению с обычных бензиновыми двигателями, в результате их повышенной тепловой эффективности. Несмотря на эти преимущества, дизельные двигатели страдают от экологических недостатков, таких как высокие уровни выхлопных газов NOx (оксиды азота) и твердых частиц.

Некоторые из ключевых технологий для контроля выбросов NOx – это контроль впрыска топлива, контроль состояния заряда в цилиндре, рециркуляция отработавших газов (EGR) и управление составом топлива. EGR является одним из наиболее привлекательных технологий для сокращения выбросов NOx, но уменьшение NOx сопровождается увеличением твердых частиц и плохого сгорания.

Загрязнение смазочного масла дизельной сажей – это ключевой фактор, связанный с повышенным износом двигателя. Механизм износа до сих пор не полностью понят и в этой области необходимы более фундаментальные исследования. Похоже, что двигатели, которые производят относительно низкий уровень твердых частиц в выхлопных газах, показывают значительный уровень загрязнения сажей смазку, что приводит к отказу смазки.

Этот сбой смазки является одной из основных причин износа двигателей. Из-за изменений химических свойств, в основном вызванных накоплением сажи в моторном масле, смазка перестает выполнять свои функции. Это приводит к увеличению вязкости моторного масла, что ведёт к прокачиваемости проблемы и отказу смазывать стенки цилиндров в результате чего происходит контакт металл-металл [1, 2].

Изменения в составе топлива могут значительно изменить физическую структуру и поверхностную химию сажи.

Для сохранения работоспособности двигателя важно понять, когда отложения сажи достигнут критической точки, и появится риск контакта «металл-металл».

Для решения данной задачи предлагается установить в оборудование вискозиметр.

Это позволит достичь синхронной регистрации изменения физических параметров масла и химических процессов.

Вязкость – свойство жидкостей оказывать сопротивление перемещению одного слоя относительно другого. Количественно вязкость характеризуется значением динамической вязкости или коэффициентом внутреннего трения. Характерной особенностью этого вида трения является то, что оно наблюдается не на границе твердого тела и жидкости, а во всем объеме жидкости [3].

Вискозиметр – прибор для измерения вязкости.

Существует несколько методов измерения вязкости, таких как: капиллярный метод, метод падающего шарика, ротационный метод, ультразвуковой метод и вибрационный метод. Мы остановились на вибрационном и ультразвуковом методах, так как они лучше всего подходит для нашей задачи.

Вибрационный метод вискозиметрии базируется на определении изменений параметров вынужденных колебаний тела правильной геометрической формы, называемого зондом вибрационного вискозиметра, при погружении его в исследуемую среду. Вязкость исследуемой среды определяется по значениям этих параметров, при этом обычно используется градуировочная кривая вискозиметра (для случая примитивного вибрационного вискозиметра; в целом, не теряя общности, этот принцип переносится и на более сложные приборы) [4].

Вибрационный метод, или метод поступающих колебаний тела в жидкости, обладает рядом преимуществ таких как: проведения измерений при высоких температурах и давлениях, возможность автоматизации измерений, высокая чувствительность к измеряемой величине вязкости.

Предлагается использовать вискозиметр Solartron 7827, он предназначен для непрерывного измерения вязкости жидкости. Также измеряет температуру и плотность (рис. 1).

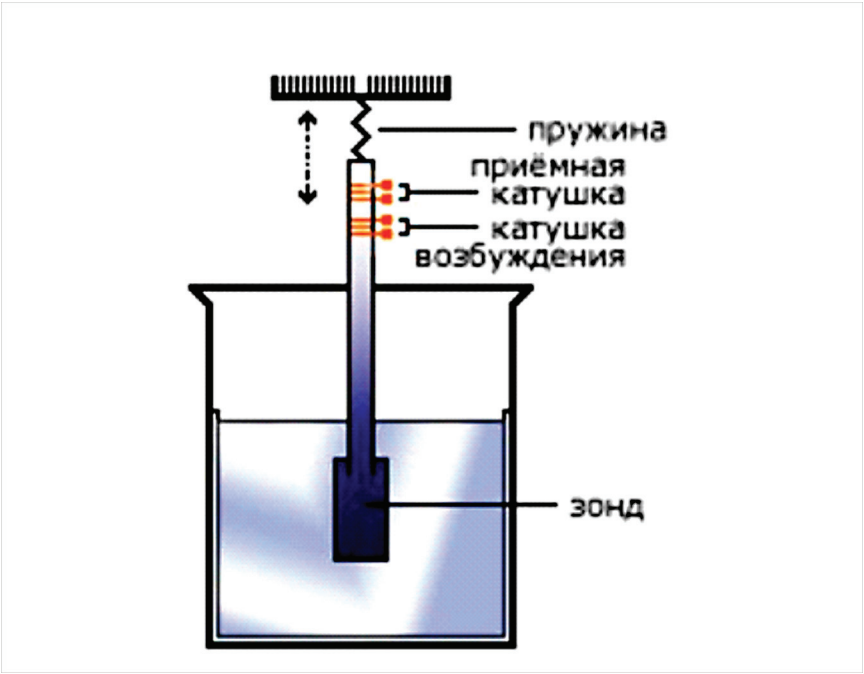


Рис. 1. Вибрационный метод вискозиметрии [5]

Легко монтируется в байпасную линию, трубопровод, открытый и закрытый резервуар, агрегат высокого давления или проточную камеру подачи пробы.

Измерения: динамическая вязкость, плотность, вычисление кинематической вязкости.

Принцип работы – вибрационный. Вязкость жидкости, в которую погружен колебательный элемент, измеряется с помощью определения уровня демпфирования жидкостью резонирующего элемента – камертона.

Преимущества: – Отдельная калибровка каждого диапазона измерений вязкости – Автоматическое переключение с одного диапазона на другой – Большой выбор материалов обеспечивает широкий спектр применения вискозиметра. Возможен монтаж, вибрационного зонда в емкость с маслом, например, в уровень, и вывод результатов на приборную панель автомобиля, что поможет автоматически отслеживать загрязнение масла, вовремя его заменить и избежать поломки двигателя [6].

Вторым вариантом является ультразвуковой вискозиметр (рис. 2). Например, BAB-3, он базируется на принципе демпфирования, который заключается в необратимом переносе энергии, полученной им, в тепло или же разрушение материала. Если стержень из металла, помещенный в жидкость, малым промежуточным ударом заставит подвергаться колебанию, то, буквально, через некоторое время эти колебания исчезнут или же уменьшатся. Тогда скорость спадания амплитуды станет зависеть от вязкости среды. Поэтому можно сделать вывод, что чем больше вязкость среды, тем интенсивнее колебания затухают [7].

На рис. 2 приведена схема встроенного вискозиметра в цистерне с жидкой средой.

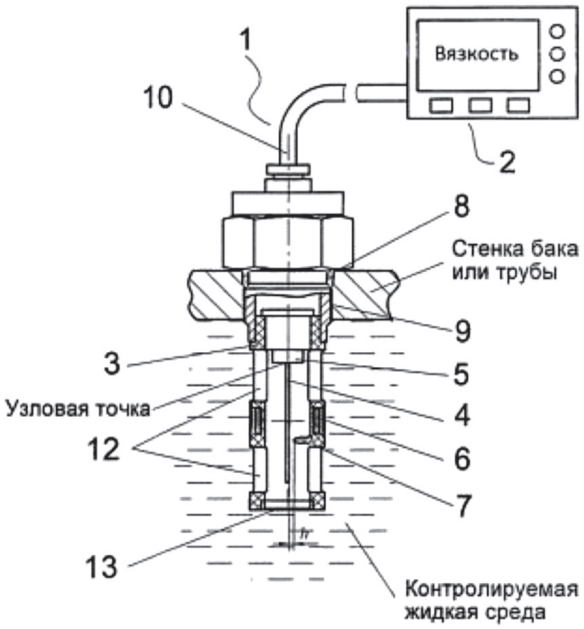


Рис. 2. Схема ультразвукового вискозиметра [7]

Эта схема включает в себя: датчик − 1 и электронного блока − 2. Сам датчик включает корпус − 3, куда прикреплен через демпфирующий соединение − 5 магнитострикционный элемент − 4 в его соединенной точке.

Ультразвуковой вискозиметр несложен в устройстве, мал в размерах, и обеспечивает большую вероятность верных измерений. Так же он в десять раз дешевле вибрационных аналогов.

Смысл ультразвукового метода заключается, в том, что в среду погружают магнитострикционную пластинку, зонд вискозиметра, наматываемая катушкой. Вследствие этого появляются короткие импульсы тока длительностью примерно 20±10 микросекунд. Эти импульсы тока способствуют возникновению колебаний. Согласно закону сохранения, во время колебаний пластинки в катушке обнаруживается электродвижущая сила, уменьшающаяся со скоростью и зависящая от вязкости среды. После этого, при уменьшении электродвижущей силы до определенного значения, новый импульс попадает в катушку. В результате вискозиметр устанавливает вязкость среды по частоте следования импульсов. Ультразвуковые устройства − вискозиметры − применяются, преимущественно, для постоянного наблюдения разных жидкостей в технологичных потоках. Выбор прибора зависит от того, что более приоритетно, его цена или точность измерений. Вискозиметры, действие которых основано на ультразвуковом методе вискозиметрии, нельзя отнести к классу вискозиметров с широким диапазоном измерений. К классу высокотемпературных вискозиметров их также нельзя отнести в силу величины относительной погрешности, возникающей при высокотемпературной вискозиметрии и свойств материалов прибора. Но они многократно выигрывают в цене у вибрационных вискозиметров.

Смысл технологии заключается в том, что она должна безошибочно определять момент, когда масло пришло в негодность. Ее интеграция в устройство автомобиля, позволит легко отслеживать данный момент. Это поможет своевременно менять масло, что многократно продлит срок службы двигателя.

Список литературы

1. Ferraro G. et al. Impact of oil aging and composition on the morphology and structure of diesel soot // Journal of colloid and interface science. – 2018. – T. 512. – C. 291–299.

2. Koca H.D. et al. Effect of particle size on the viscosity of nanofluids: A review //Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2017.

3. Библиотека специализированной литературы. [Электронный ресурс] URL:http://www.spec-kniga.ru/obuchenie/tekhnika-laboratornyh-rabot/tekhnika-laboratornyh-rabot-opredelenie-vyazkosti-viskozimetriya.html. (дата обращения 16.01.18).

4. Спектроскопические системы. [Электронный ресурс] URL:http://www.spectrosystems.ru/methods/viskozimetr.shtml. (дата обращения 18.01.18).

5. Спектроскопические системы [Электронный ресурс]. URL: http://www.spectrosystems.ru/methods/viskozimetr.shtml.

6. Компания Solartron [Электронный ресурс] URL: http://solartron.nt-rt.ru/images/manuals/SLT_TO/SLT_7827,29–TO.pdf. (дата обращения 21.01.18).

7. Ультразвуковой визкозиметр [Электронный ресурс]. URL: http://www.globalinformatics.ru/gloins-770–1.html.

УДК 622.8:681.51:614.83/.84

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ В ШАХТАХ

Колесников С.В.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: 9serzh9@mail.ru

В данной статье рассмотрены методы диагностики и подавления пожаровзрывоопасности угольных шахт и обеспечения экологически безопасной добычи угля. Исследованы крупнейшие аварии, произошедшие на угольных шахтах России. Проанализированы принципы локализации взрывов автоматическими системами и средствами индивидуальной защиты. Синтезирована модель автоматизированной системы, которая, во-первых, реализует альтернативный способ вентиляции шахты – самоприток, во-вторых, создает и поддерживает «пожарозвзрывобезопасную атмосферу» в каждом штреке, удаляя для переработки на поверхности по отдельным трубопроводам, кислород–парамагнетик и остальные шахтные газы-диамагнетики, оставляя и регулируя градиент концентрации азота в штреке таким образом, чтобы взрывы и пожары стали невозможными. При этом шахтеры оснащаются СИЗОДЗ, которые работают на принципе термомагнитной сепарации окружающего воздуха и обеспечивают 20% содержание кислорода, при его концентрации в штреке не менее 5%.

Ключевые слова: взрыв, угольная шахта, авария, средства индивидуальной защиты горняков, локализация взрыва, метан, угольная пыль, термомагнитная сепарации воздуха

MODEL OF THE AUTOMATED SYSTEM IS FIRE AND EXPLOSION PROOF AND ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COAL MINING IN THE MINES

Kolesnikov S.V.

Don state technical University, Rostov-on-Don, e-mail: 9serzh9@mail.ru

In this article methods of diagnostics and suppression of fire-and-explosion hazard of coal mines and ensuring ecologically safe coal mining are considered. The largest accidents which have happened on coal mines of Russia are investigated. The principles of localization of explosions are analyses by automatic systems and individual protection equipment. The model of the automated system which, firstly, realizes an alternative way of ventilation of the mine is synthesized – self-inflow, secondly, creates and supports « the fire safety and explosion-proof atmosphere» in each drift, deleting for processing on a surface on separate pipelines, oxygen paramagnetic and other mine gases-diamagnetics, leaving and regulating a gradient of concentration of nitrogen in a drift so that explosions and the fires became impossible. At the same time miners are equipped with individual protection equipment of respiratory organs and sight (SIPEROS), which work at the principle of thermomagnetic separation of air and provide 20% the content of oxygen, at its concentration in a drift not less than 5%.

Keywords: explosion, coal mine, accident, means of individual protection of miners, localization of the explosion, methane, coal dust, thermomagnetic separation of air

По добыче угля Россия занимает второе место в мире с показателем чуть более 157 млрд. тонн, из которых на долю каменного угля приходится 49.1 млрд. тонн или 31.2%. Добыча угля ведется в 25 субъектах Российской Федерации: Кузнецкий бассейн – 52%; Канско-Ачинский – 12%; Печорский – 5%; Восточный Донецкий – 3%; Южно-Якутский – 3% от общей добычи [7].

Горнодобывающая промышленность является одной из наиболее загрязняющих воздушный бассейн отраслей. Так, например, в 1999 году предприятиями угольной промышленности было выброшено в атмосферу 620,8 тыс. т вредных веществ, в том числе 443,5 тыс. т метана, в 2004 г. объем выброшенного в атмосферу метана возрос до 660,7 тыс. тонн [11].

В тоже время в европейских странах такие «бесполезные» газы, как конверторный, коксовый, ферросплавный, шахтный метан и газ мусорных свалок давно стали обычным топливом, на котором уже десятками лет вырабатываются электроэнергия, пар и горячая вода, что делает актуальным разработку способов и систем в этой области [14].

Общепринятым в мировой практике горного дела является метод предупреждения взрывов метана в шахтах, путем интенсивной вентиляции [12], который предусматривает постоянную подачу в горные выработки свежего воздуха для снижения концентрации выделяющегося метана до значений, меньших нижнего предела взрываемости (менее 5 %).

Недостатком этого метода являются, во-первых, высокие единовременные и эксплуатационные затраты на его осуществление, во-вторых, невозможность дальнейшего использование этого горючего газа (напри-

мер, для получения тепла, электроэнергии), т.к. подаваемый в шахту воздух разбавляет метан, и в-третьих, низкая эффективность, т.к. при существующих ограничениях по скорости движения воздуха в горных выработках, в шахтах образуются и взрываются скопления метана (например, при высокой интенсивности поступления метана, при суфлярных выделениях, при выбросах угля и сопутствующих газов), что подтверждает нижеприведенный анализ крупнейших аварий на них.

«Тайжина» (Осинники, Кемеровская обл.) 10 апреля 2004 год.

К аварии привела совокупность факторов: из-за обрушения породы был поврежден силовой кабель, в условиях сильной загазованности возникла искра, которая и вызвала взрыв, от чего погибли 47 горняков. Применяемая на газовых шахтах система газовой защиты – стационарная аппаратура АМТ-3 и «Метан» физически и морально устарела. Системы орошения отечественных выемочных и проходческих комбайнов не обеспечивают эффективное пылеподавление и защиту от воспламенения метановоздушной смеси в результате фрикционного искрения при выемке угля [1].

«Юбилейная» (Новокузнецк, Кемеровская обл.) 24 мая 2007 год.

Причина: короткое замыкание, возникшее из-за соединения кабелеукладчика с комбайном гибкой тягой, которая не соответствовала заводскому исполнению. Расследовавшая аварию комиссия установила, что датчики, оповещающие о повышении концентрации метана, оказались неработоспособными. Последствия – 39 погибших. На шахте применялась сланцевая пылевзрывозащита, и, наряду с со сланцевыми заслонами были установлены системы взрывоподавления-локализации взрывов АСВП-ЛВ. Системы АСВП-ЛВ №05–117 и №05–131 защищали сопряжение Восточного конвейерного бремсберга с Путевым уклоном пл.16, а система АСВП-ЛВ №06–313 защищала сопряжение Путевого уклона пл.16 с конвейерным штреком 16–15. Взрыв МВС и угольной пыли за системами АСВП-ЛВ был локализован, а за ними не погиб ни один человек, все 39 погибших находились в сети горных выработок, которые защищались сланцевыми заслонами [1].

«Ульяновская» (Усковская», Новокузнецк, Кемеровская обл.) 19 марта 2007 г.

Причина: скопление газа произошло из-за того, что рабочие по указанию руководства отключили газозащитное оборудование. Причиной взрыва стала искра, которая возникла при повреждении комбайнового кабеля. Последствия – 110 погибших. На шахте применялась сланцевая пылевзрывозащита, и, наряду с более чем 15–ю сланцевыми заслонами были установлены системы взрывоподавления-локализации взрывов АСВП-ЛВ. Следует обратить внимание на тот факт, что системы АСВП-ЛВ были установлены таким образом, что защищали только от взрыва, который мог выйти только из очистного забоя [2].

«Распадская» (Междуреченск, Кемеровская обл.) 8–9 мая 2010 год.

Причина: произошли два взрыва метана. В момент первого взрыва под землей находились 359 шахтеров, 276 были выведены на поверхность. Для проведения спасательных работ в шахту было направлено 9 отделений горноспасателей – всего 54 человека. В это время произошел второй, более мощный взрыв, разрушивший наземные сооружения шахты. Последствия: 91 погибший, порядка 100 получили ранения. Тела 11 погибших так и не были найдены. Восстановить добычу угля на шахте в полном объеме удалось только в конце 2014 года.

Взрывозащита шахты осуществлялась автоматической системой типа АСВП-ЛВ с пассивными заслонами, которые зачастую взрыв не локализуют, и взрывная волна распространяется по протяженной сети горных выработок, в связи с чем, все работавшие в шахте в момент аварии люди погибли, а взрыв вышел на поверхность, разрушив копер [7, 15].

«Северная» (Воркута, Республика Коми) 25 февраля 2016 год.

Причина: на глубине 780 м произошел внезапный выброс метана и два взрыва, повлекшие обрушение породы. Во время спасательной операции ночью 28 февраля произошел третий взрыв. В этот момент под землей находились 111 человек. В первые часы удалось вывести на поверхность 81 горняка, из них шестеро были госпитализированы. В результате третьего взрыва погибли пять горноспасателей и работник шахты, еще пять человек получили ранения. Для локализации возможных взрывов метана и угольной пыли на шахте были установлены современные взрыволокализующие заслоны на базе автоматических систем АСВП-ЛВ.1М [1,8]

Автоматическая система СЛВА была разработана на Украине и поставлялась на угольные шахты России. Она предназначена для подавления воспламенения метана

для предотвращения взрыва метана и (или) угольной пыли в начальной стадии его развития в горных выработках угольных шахт путем принудительной подачи огнетушащего порошка в зону очага воспламенения. Системы СЛВА состоят из двух или трёх, в зависимости от сечения выработки, взрывоподавляющих устройств, датчиков пламени с фотоприемником излучения, блока обработки информации, служащего для преобразования сигнала от датчиков пламени, выдачи импульса тока на электровоспламенители газогенерирующих зарядов взрывзрывоподавляющих устройств, контроля и сигнализации состояния электронной части системы и сетевого источника питания (Разрешение на изготовление и применение Госгортехнадзора России №РРС 04–7908 от 25.02.2007). К недостаткам этой системы можно отнести наличие автономного блока питания, а также то, что при работе в режиме «ожидания» на поверхность стекла датчиков осаждается слой пыли, что снижает надежность действия всей системы [8,10].

Автоматические системы взрывоподавления-локализации взрывов типа АСВП-ЛВ**.1М** представляют собой автономное устройство. Система полностью автономна, снаряжается огнетушащим порошком массой 25 кг и имеет емкость со сжатым воздухом высокого давления. Система не требует подачи внешнего электропитания, не имеет в составе пиротехнического заряда, компактна и легко крепится к специально установленным анкерам или к элементам крепи. Системы АСВП-ЛВ(.1М) устанавливаются в направлении распространения возможного взрыва, приемными щитами в сторону прихода ударной воздушной волны. Система АСВП-ЛВ.1М работает в ждущем режиме и приводится в действие ударной воздушной волной (УВВ), образованной в результате взрыва метано-пылевоздушной смеси. От воздействия УВВ на приёмный щит АСВП-ЛВ.1М происходит динамическое выбрасывание в пространство горной выработки огнетушащего порошка энергией сжатого воздуха, находящегося под высоким давлением в рабочей полости системы (Патент РФ на изобретение № 2342535 от 14.05.2007) [8].

ВЗЛ(У) «СТАРТ» разработана и выпускается ООО «НПП «Шахтпожсервис». Данное оборудование представляет собой автоматическую водяную завесу (АВЗ), укомплектованную дополнительными сетчатыми преградами, призванными уменьшить давление на фронте ударной воздушной волны от возможного взрыва метана или угольной пыли. Данное устройство ошибочно называют устройством локализации взрывов, т.к. согласно своим конструктивным особенностям оно относится к средствам предупреждения взрыва (Разрешение на изготовление и применение Госгортехнадзора России № РРС 04–7908 от 25.02.2011). Однако нет сведений об эксплуатации данного устройства в условиях действующей угольной шахты и его реальной эффективности [15].

Известен способ предупреждения взрывов метана в шахтах, включающий: изоляцию горных выработок, в которых выделяется метан, от притока свежего воздуха, заполнение их инертным газом, для снижения концентрации кислорода до взрывобезопасных значений (8%), а затем повышение концентрации метана за счет выделения его из добываемого угля, выработанного пространства и вмещающих пород до значений, превышающих верхний предел взрываемости метана (более 15%). Такую «инертно-метановую атмосферу» изолированных горных выработок откачивают, постоянно поддерживая небольшое избыточное давление газа по сравнению с атмосферным давлением на земной поверхности.

К недостаткам этого способа относятся: высокие и непроизводительные единовременные и эксплуатационные затраты и технологические потери (времени) при осуществлении изоляции горных выработок: на установку стен/перегородок со специальными шлюзами для доставки людей и грузов, на специальное исполнение работающих механизмов и электроаппаратуры для метановой среды, на изолирующую дыхательную аппаратуру с ограниченным ресурсом времени для работы людей, на закачку инертного газа с поверхности [13].

Известен способ биотехнологической защиты, в котором метан из атмосферы горных выработок потребляется метанокисляющими бактериями. Недостатками этого способа являются: высокие единовременные и эксплуатационные затраты на его осуществление и низкая эффективность использования в шахтах с высокой интенсивностью выделения метана, биотехнологические проблемы по приготовлению и использованию метанокисляющих бактерий, невозможность предотвращения загорания и взрыва от выбросов угля и других горючих газов, кроме метана (например, водорода, сероводорода и т.д.) [5].

Представляет интерес «Безопасная угольная шахта Золотарева для отработки газоносных пожароопасных пластов» [9], в которой предусматривается одновременное ведение горных работ в трех выемочных столбах, нарезаемых по простиранию пласта от центрального трехсекционного наклонного ствола, по которому поступает свежий воздух, до трех изолированных друг от друга фланговых наклонных стволов, по которым раздельно отводят исходящую струю от проходческих работ, от очистных работ и метановоздушную смесь из выработанного пространства, а забой располагают в нижнем выемочном столбе. Недостатком такой системы проектирования и эксплуатации угольных шахт являются огромные непроизводительные единовременные и текущие затраты (на проходку верхнего выемочного столба, с базированием на фланговый ствол, промежуточного штрека и двухсекционного штрека с разделительной, перфорированной проемами, закладочной бетонной стенкой; на проходку среднего выемочного столба, для проведения дегазационных работ по предварительному отсосу метана из угольного пласта и горного массива с размещением буровых станков и дегазационного вакуумного трубопровода на ранее пройденном двухсекционном штреке с обособленным проветриванием и т.д.), которые не могут окупиться использованием, получаемой «исходящей воздушной струи с содержанием дегазационного метана не более 1%, в газопоршневой электростанции» на поверхности.

Известна установка для уменьшения взрывоопасности угольных шахт, которая содержит компрессор, воздухозаборное устройство, размещённое в непосредственной близости от угольного комбайна, систему из двух вихревых охладителей для сжижения метана, отделитель жидкого метана от воздуха, баллон или трубу для удаления сжиженного метана из шахты Недостатком данной установки является, во-первых, большая энергоемкость и высокие непроизводительные единовременные и текущие затраты взрывоопасного исполнения двух вихревых газоохладителей, работающих под высоким давлением, а также на криогенный трубопровод жидкого метана, во-вторых, «убирая только метан», установка не регулирует газовый состав и не создаёт взрывопожаробезопасную воздушную среду в забое, а в-третьих, применение её в штреках горных выработок экономически не эффективно, т.к. при малых просачиваниях метана, эксплуатация такой высокопроизводительной системы будет убыточной, а при возникновении пожара от других горючих газов или угольной пыли, данная установка и криогенный трубопровод только повысят пожарную опасность, т.к. при воздействии на них высокой температуры появляется вероятность выброса и воспламенения метана из них [18].

Наиболее близким к разработанному методу, т.е. прототипом по способу (флегматизация) и типу инертного газа (газообразный азот), является способ вентиляции шахтной атмосферы, заключающийся в том, что в шахту периодически в зависимости от превышения уровня метано– и пылевыделения подают инертный газ, для предотвращении пожаро– и взрывоопасных ситуаций, а шахтеры оснащаются индивидуальной изолирующей баллонной дыхательной аппаратурой, заправку баллонов которой атмосферным воздухом осуществляют централизованной из специальных трубопроводов в шахте. К основным недостаткам прототипа, относятся, во-первых, высокие единовременные и эксплуатационные затраты на «поверхностное» оборудование (азотной станции, компрессорной и т.д.) и сети трубопроводов высокого давления, во-вторых, необходимость перезаправки баллонов для шахтеров, в-третьих, низкая эффективность в шахтах с высокой интенсивностью поступления метана (суфлярными выделениями, выбросами угля и горючих газов), т.к. из-за отсутствия «отсоса» и удаления выделяющихся газов, флегматизация газообразным азотом «не успевает» понизить взрывопожароопасную концентрацию до безопасного уровня, а, в-четвертых, «сброс» выделяющихся в шахте газов в атмосферу [17].

В качестве способов и средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) горняков обычно применяются фильтрующие и изолирующие противогазы [ПФСГ-98 СУПЕР, КИП-8 и др. – http://www.fc01.spb.ru/katalog/resp/izolir.html]. Однако общим недостатком их применения является ограниченность времени непрерывной работы в них, а также значительный вес и неудобство при выполнении работ, в т.ч. из-за необходимости периодической перезарядки (фильтров в ПФСГ-98, дыхательной смеси в КИП-8 и т.д.).

Принимая во внимание тот факт, что угольная пыль является причиной профессиональных заболеваний шахтеров (пылевых бронхитов и ишемической болезни), одной из задач повышения безопасности горня-

ков в шахтах, является защита их не только от метановых выбросов и других токсичных газов, но и от пылеобразования [16].

Таким образом, разработка метода и приборов обеспечения безопасности горняков и шахт, построенных, в отличие от других способов [6], на принципах термомагнитной сепарации воздуха (ТМСВ) на кислород – парамагнетик и азот с остальными атмосферными газами – диамагнетиками, может принципиально по-новому [3] решить проблемы экологической и пожаровзрывобезопасности шахт [4].

Как следует из блок-схемы (рис.1) модель автоматизированной системы обеспечения пожаровзрывобезопасной и экологически «чистой» добычи угля в шахтах, базирующаяся на ТМСВ – СИЗОДЗ и ТМСВ-ГРДМ, в отличие от существующих систем, призвана реализовать:

– контроль кислорода в штреках и забоях (в отличие от контроля метана),

– сепарацию кислорода из воздушной среды в штреках и забоях и вывод его на поверхность в «парамагнитном» трубопроводе (на дальнейшую переработку или стравливание в атмосферу), для создания градиента его концентрации от 21 % (на входе в штрек) до 5 % в забое с помощью ряда ТМСВ-ГРДМ,

– отделение охлажденного азота от остальных диамагнетиков во 2–м каскаде (ГРДМ) и возвращение его в штреки и забои для создания градиента его концентрации от 78 % (на входе в штрек) до 95 % в забое с помощью ряда ТМСВ-ГРДМ, а также вывод оставшихся диамагнетиков (CH_4, Ar, H_2 и др) на поверхность в «диамагнитном» трубопроводе (на дальнейшую переработку),

– самовентиляцию шахты (самоприток атмосферного воздуха с поверхности) через

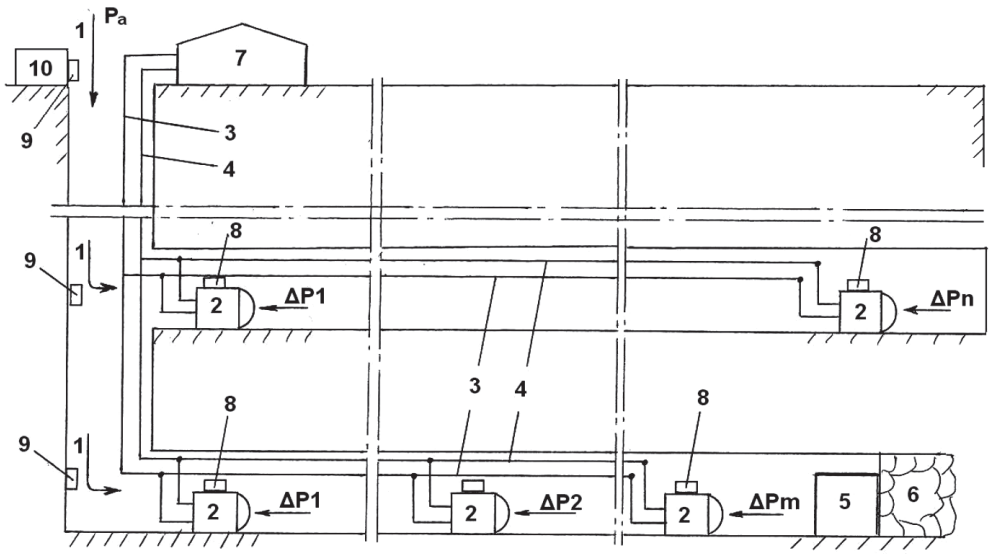


Рис. 1. Блок-схема системы обеспечения безопасности угольных шахт: 1 – атмосферный воздух, 2 – термомагнитный сепаратор воздуха с блоком газоразделения диамагнетиков (ТМСВ-ГРДМ), 3 – кислородный трубопровод («парамагнитный»), 4 – трубопровод остальных газов («диамагнитный»), 5 – угольный комбайн, 6 – угольный забой, 7 – центр переработки сепарированных газов, 8 – радиомодемы, 9 – репитеры, 10 – пункт диспетчерского управления, Ра – атмосферное давление, ΔPm,n – разность давлений в зоне работы «m»-го ТМСВ-ГРДМ в «n»-м штреке

центральную штольню за счет градиента давлений в штреках и забоях, в результате вывода на поверхность в «парамагнитном» и «диамагнитном» трубопроводах более 20% их воздушных компонент.

Как следует из приведенной выше модели системы, ни отечественных, ни мировых аналогов разрабатываемым методу, приборам и комплексу – не существует.

Список литературы

1. 10 крупнейших аварий на угольных шахтах России // Досье ТАСС//БНК – 29.02.2016 – Сыктывкар: «Север-Медиа» – URL: https://www.bnkomi.ru/data/news/47794.

2. Акт технического расследования причин аварии, происшедшей 19.03.2007 года на филиале «Шахта Ульяновская» – Кемерово: ОАО «Южкузбазуголь», 2007. – 85 с.

3. Белозеров В.В., Новакович А.А., Топольский Н.Г. Модель сепаратора воздуха для систем безопасности // Ежегодная международная научно-техническая конференция Системы безопасности (СБ-2003). – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – С. 198–199.

4. Белозеров В.В., Босый С.И., Плахотников Ю.Г, Прус Ю.В. Метод и система защиты горняков и шахт от пожаров и взрывов // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 9. – С. 48–50.

5. Бондарь В.А. и др. Способ борьбы с метаном в угольных шахтах, Заявка на изобретение № 4240934/03, 27.08.1999, МПК6 E21F5/00, C12N11/00.

6. Воронин Г.И., Чижиков Ю.В. Способ обогащения воздуха кислородом – SU № 255298, 20.02.2006, F25J 3/04.

7. Джигрин А.В., Исаев И.Р., Мясников С.В. Прогнозирование взрывов газа и пыли в угольных шахтах // Безопасность труда в промышленности.– 2010.– №4. – С. 38–42.

8. Заключение экспертизы МакНИИ № 232.09.00.010.09 по автоматической системе взрывоподавления-локализации взрывов АСВП-ЛВ.

9. Золотарев Г.М. Патент РФ на изобретение № 2310073, 10.11.2007, МПК E21C41/18.

10. Левкин Н.Б. Предотвращение аварий и травматизма в угольных шахтах Украины. – Донецк: Донбасс. 2012. – 392 с.

11. Минерально-сырьевая база угольной промышленности России. В 2-х томах. Том 1 (состояние, динамика, развитие). – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 1999. – 648 с.

12. Охрана труда: Учебник для вузов / К.З. Ушаков, Б.Ф. Кирин, Н.В. Ножкин и др.; под ред. К.З. Ушакова. – М.: Недра, 1986. – 624 с.

13. Портола В.А., Способ предупреждения взрывов метана в шахтах, Патент РФ на изобретение № 2371583, 27.10.2009, E21F5/00.

14. Пучков Л.А., Красюк Н.Н., Золотых С.С., Максименко Ю.М. Опыт и перспективы использования угольного метана / Препринт. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2004. – 32 с.

15. Смирнов Н.Н., Никитин В.Ф., Антоньев А.В., Исаев И.Р. Параметры распространения в выработках ударных и детонационных волн, образующихся при взрыве пылеметановоздушной смеси // Взрывное дело. – 2013. – № 109/66. – С. 229–238.

16. Филимонов С.Н., Станкевич Н.Г., Разумов В.В., Панев Н.И., Способ прогнозирования риска развития ишемической болезни сердца у шахтеров с хроническим пылевым бронхитом – Заявка на изобретение № 2002120782/15, 27.04.2004, МПК A61B10/00.

17. Халафов Ф.Р., Шахвердиев А.Х. Способ вентиляции шахтной атмосферы, Патент РФ на изобретение № 2282035, 20.08.2006, МПК E1F 1/00, E21 F5/00.

18. Шелудяков Е.П. Установка для уменьшения взрывоопасности угольных шахт, Патент РФ на изобретение № 2347910, 27.02.2009, МПК E21F5/00.

УДК 614.84

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОГО РЕСУРСОВ СПЛИТ-СИСТЕМ С МОДУЛЕМ ТЕРМОЭЛЕКТРОННОЙ ЗАЩИТЫ

Кулягин И.А.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: kulyagin994@mail.ru

В статье рассматриваются проблемы пожарной безопасности электроприборов, в частности сплит-систем. В данной работе проведен сравнительный анализ обычной сплит-системы и сплит-системы, включающей в себя модуль термоэлектронной защиты. Проведено сравнение эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов для сплит-систем. Приведены расчетные таблицы эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов. Показано, что единственным прибором в комплекте сплит-систем, не нуждающимся в применении модуля термоэлектронной защиты, является пульт управления. Также показано, что без модуля термоэлектронной защиты прибор быстро становится опасным. В результате расчетов выяснилось, что в случае применения модуля термоэлектронной защиты, эксплуатационный ресурс незначительно уменьшается, а пожаробезопасный намного увеличивается. Принципиально новым является придание сплит-системе такого качества, как пожаробезопасность с помощью модуля термоэлектронной защиты.

Ключевые слова: надежность, технический ресурс, пожарная безопасность, пожаробезопасный ресурс,интеллектуализация, диагностика загораний

THE ANALYSIS OF OPERATIONAL AND FIREPROOF RESOURCES A SPLIT SYSTEMS WITH THE MODULE OF THERMIONIC PROTECTION

Kulyagin I.A.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: kulyagin994@mail.ru

The article deals with the fire safety of electrical appliances, in particular split systems. In this paper, a comparative analysis of an ordinary split-system and a split-system including a thermionic protection module is carried out. Comparison of operational and fire-safe resources for split systems is made. Calculated tables of operational and fire-safe resources are given. It is shown that the control panel is the only device in the set of split systems that do not require the use of a thermionic protection module. It is also shown that without a thermionic protection module, the device quickly becomes dangerous. As a result of the calculations it was found out that in the case of using the thermionic protection module, the service life is slightly reduced, while the fireproof one is much increased. Fundamentally new is to make the split system of such quality as fire safety with the help of a thermionic protection module.

Keywords: reliability, technical resource, fire safety, fireproof resource, intellectualization, diagnostics of tanning

В настоящее время сплит-системы есть практически в каждом доме или квартире (рис. 1). Без них сложно представить комфортную квартиру, особенно в летнее время. Но, как и любые электрические приборы, сплит-системы представляют опасность при их использовании. Электроприборы в целом, по данным сайта МЧС России, являются причиной около 27% пожаров. Большинство электроприборов не соответствуют ГОСТ 12.1–04 и их пожаробезопасный ресурс в разы ниже требуемого [4].

Рис. 1. Сплит-системы на жилых домах

Расчеты эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов для внутреннего блока (рис. 2), внешнего блока (рис. 3) и пульта управления (рис. 4) показали, что действительно пожаробезопасным является лишь пульт управления. Расчеты для внутреннего блока, внешнего блока и пульта управления проводили отдельно, так как они находятся в разных корпусах. Для расчетов брались данные из руководства по эксплуатации сплит-системы Samsung RAC (AQV 09 12 VBCN).

Наименование изделия, блока, класса и типа ЭРЭ	Ср. значения в изделии				Ср. интенсивность в группе				Вероятность в группе					
	Темп-ра восплам.	Рек. нагр.	Выво-дов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла ме-ния	Пож.опас. отказов	Кор. замык.	Обры-ва	Про-боя	Воспла-менения	Распр-я огня	Пожара ЭРЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.внутр блок, в т.ч.:	**275,67**	**0,60**	**35**	**125**		**9,49E-06**	**5,29E-08**	**2,25E-06**				**4,64E-04**	**1,96E-02**	**1,18E-06**
Вентилятор	306,5	0,80	2	1	2,25E-06	5,51E-07	8,08E-09	4,41E-07	0,500	0,100	0,300	7,1E-05	3,9E-03	2,73E-07
диод	256,3	0,35	2	16	2,10E-07	2,92E-06	1,68E-08	2,54E-07	0,047	0,264	0,040	1,47E-04	2,22E-03	3,27E-07
резистор	253,0	0,55	2	58	4,50E-08	1,08E-06	1,87E-09	2,92E-08	0,027	0,192	0,000	1,64E-05	2,56E-04	4,20E-09
транзистор	316,1	0,35	3	11	8,40E-07	2,56E-06	4,20E-09	7,87E-07	0,077	0,227	0,230	3,68E-05	6,88E-03	2,53E-07
конденсатор	224,3	0,60	2	33	5,20E-08	7,06E-07	4,57E-09	1,45E-07	0,130	0,000	0,075	4,01E-05	1,27E-03	5,08E-08
оптрон	256,3	0,35	2	4	2,10E-07	7,30E-07	4,20E-09	6,35E-08	0,047	0,264	0,040	3,68E-05	5,56E-04	2,05E-08
дроссель	316,1	0,80	8	1	1,00E-06	2,48E-07	2,27E-09	1,98E-07	0,500	0,100	0,300	1,99E-05	1,7E-03	3,46E-08
микросхема	368,7	0,85	14	1	1,30E-08	1,92E-08	5,56E-10	1,13E-08	0,370	0,240	0,220	4,87E-06	9,94E-05	4,84E-10
Провода	232,5	0,65	1	12	1,50E-08	6,60E-08	9,41E-10	1,27E-08	0,192	0,027	0,000	8,25E-06	1,11E-04	9,16E-10
Монтажные соединения(пайки)	274,6	0,65	1	125	2,00E-08	6,06E-07	9,40E-09	3,03E-07	0,400	0,400	0,100	8,24E-05	2,65E-03	2,19E-07
В среднем по вн бл:	**275,67**			**125**		**9,49E-06**								**1,18E-06**
Стандартное отклонение						1,00E-06								1,3E-07
Безотказность / пожарная устойчивость:						**0,91210900**						**0,99999869**		
Технический / пожаро-безопасный ресурс, лет:						**10,87**	- : -	**13,43**				**0,7622**	- : -	**0,9470**

Рис. 2. Расчетная таблица эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов внутреннего блока сплит-системы без модуля термозащиты

Наименование изделия, блока, класса и типа ЭРЭ	Ср. значения в изделии				Ср. интенсивность в группе				Вероятность в группе					
	Темп-ра восплам.	Рек. нагр.	Выво-дов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла ме-ния	Пож.опас. отказов	Кор. замык.	Обры-ва	Про-боя	Воспла-менения	Распр-я огня	Пожара ЭРЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.внешний бл, в т.ч.:	**257,93**			**182**		**1,40E-05**	**1,78E-07**	**3,62E-06**				**1,56E-03**	**3,16E-02**	**1,91E-05**
Вентилятор	306,5	0,80	2	1	2,25E-06	5,51E-07	8,08E-09	4,41E-07	0,500	0,100	0,300	7,08E-05	3,86E-03	2,73E-07
Компрессор	375,0	0,60	2	1	2,00E-07	9,66E-08	2,41E-09	4,83E-08	0,500	0,150	0,000	2,11E-05	4,23E-04	8,93E-09
Резистор 86	253,0	0,55	2	86	4,50E-08	1,61E-06	2,77E-09	4,34E-08	0,027	0,192	0,000	2,43E-05	3,80E-04	9,24E-09
Конденсатор 63	224,3	0,60	2	63	5,20E-08	1,70E-06	1,10E-08	3,48E-07	0,130	0,000	0,075	9,62E-05	3,04E-03	2,93E-07
Транзистор 7	316,1	0,35	3	7	8,40E-07	1,63E-06	2,67E-09	5,01E-07	0,077	0,227	0,230	2,34E-05	4,38E-03	1,03E-07
Диод 13	256,3	0,35	2	13	2,10E-07	2,37E-06	1,36E-08	2,06E-07	0,047	0,264	0,040	1,20E-04	1,81E-03	2,16E-07
позистор 7	507,8	0,65	5	7	1,25E-06	1,64E-06	2,34E-10	1,56E-07	0,095	0,000	0,000	2,05E-06	1,36E-03	2,80E-09
реле	507,8	0,65	5	1	1,25E-06	2,73E-07	3,89E-11	2,59E-08	0,095	0,000	0,000	3,41E-07	2,27E-04	7,75E-11
оптрон	256,3	0,35	2	3	2,10E-07	5,47E-07	3,15E-09	4,76E-08	0,047	0,264	0,040	2,76E-05	4,17E-04	1,15E-08
Провода	232,5	0,65	1	7	1,50E-08	3,85E-08	5,49E-10	7,39E-09	0,192	0,027	0,000	4,81E-06	6,48E-05	3,12E-10
Монтажные соединения(пайки)	274,6	0,65	1	405	2,00E-08	3,59E-06	1,33E-07	1,79E-06	0,400	0,400	0,100	1,17E-03	1,56E-02	1,82E-05
В среднем:				**182**		**1,40E-05**								**1,91E-05**
Стандартное отклонение						1,10E-06								5,5E-06
Безотказность / пожарная устойчивость:						**0,87574670**						**0,99997541**		
Технический / пожаро-безопасный ресурс, лет:						**7,54**	- : -	**8,82**				**0,0407**	- : -	**0,0732**

Рис. 3. Расчетная таблица эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов внешнего блока сплит-системы без модуля термозащиты

Наименование изделия, блока, класса и типа ЭРЭ	Ср. значения в изделии				Ср. интенсивность в группе				Вероятность в группе					
	Темп-ра восплам.	Рек. нагр.	Выво-дов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла ме-ния	Пож.опас. отказов	Кор. замык.	Обры-ва	Про-боя	Воспла-менения	Распр-я огня	Пожара ЭРЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2.пульт, в т.ч.:	**252,72**			**29**		**3,25E-06**	**2,76E-08**	**5,35E-07**				**2,42E-04**	**4,68E-03**	**3,68E-07**
диод	256,3	0,35	2	11	2,10E-07	2,01E-06	1,15E-08	1,75E-07	0,047	0,264	0,040	1,01E-04	1,53E-03	1,55E-07
резистор	253,0	0,55	2	4	4,50E-08	7,47E-08	1,29E-10	2,02E-09	0,027	0,192	0,000	1,13E-06	1,77E-05	2,00E-11
транзистор	316,1	0,35	3	1	8,40E-07	2,33E-07	3,82E-10	7,16E-08	0,077	0,227	0,230	3,35E-06	6,27E-04	2,10E-09
конденсатор	224,3	0,60	2	3	5,20E-08	6,42E-08	4,16E-10	1,32E-08	0,130	0,000	0,075	3,64E-06	1,15E-04	4,20E-10
оптрон	256,3	0,35	2	2	2,10E-07	3,65E-07	2,10E-09	3,17E-08	0,047	0,264	0,040	1,84E-05	2,78E-04	5,12E-09
микросхема	368,7	0,85	14	1	1,30E-08	1,92E-08	5,56E-10	1,13E-08	0,370	0,240	0,220	4,87E-06	9,94E-05	4,84E-10
Провода	232,5	0,65	1	7	1,50E-08	3,85E-08	5,49E-10	7,39E-09	0,192	0,027	0,000	4,81E-06	6,48E-05	3,12E-10
Монтажные соединения(пайки)	274,6	0,65	1	71	2,00E-08	4,45E-07	1,20E-08	2,23E-07	0,400	0,400	0,100	1,05E-04	1,95E-03	2,04E-07
В среднем:	**252,72**			**29**		**3,25E-06**								**3,68E-07**
Стандартное отклонение						6,66E-07								8,35E-08
Безотказность / пожарная устойчивость:						**0,99417762**						**0,99999955**		
Технический / пожаро-безопасный ресурс, лет:						**29,16**	- : -	**44,21**				**2,2166**	- : -	**3,5205**

Рис. 4. Расчетная таблица эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов пульта управления

Для сокращения ущерба от пожаров необходимо повышать безопасность самой сплит-системы. Практика эксплуатации, а также анализ результатов испытаний, проведенных НИИ и предприятиями-производителями электроприборов[1], говорят о том, что главными причинами возгорания являются схемотехнические и конструкторские ошибки, несовершенство технологии производства узлов и модулей, применение материалов с неудовлетворительными тепловыми, электрофизическими и другими параметрами. Для этого мы предлагаем исключить возможность загорания при помощи модулей термозащиты[5]. Используя их, мы получим совершенно другие результаты. Модуль термозащиты защищает прибор от воспламенения, что в разы увеличивает пожаробезопасный ресурс[3]. Использование модуля термозащиты сделает прибор соответствующим ГОСТ 12.1–04.

Ниже приведены расчеты для внутреннего (рис. 5) и внешнего (рис. 6) блока сплит-системы. Расчетов для пульта управления нет, так как он удовлетворяет требованиям безопасности. Безопасность сплит-системы связана с частью отказов, частота которых на 1 или 2 порядка ниже средних значений параметрических отказов и обуславливается схемотехническими и конструкторскими решениями [2].

Наименование изделия, блока, класса и типа ЭРЭ	Ср. значения в изделии				Ср. интенсивность в группе				Вероятность в группе					
	Темп-ра восплам.	Рек. нагр.	Выво-дов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла ме-ния	Пож.опас. отказов	Кор. замык.	Обры-ва	Про-боя	Воспла-менения	Распр-я огня	Пожара ЭРЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.внутр блок, в т.ч.:	**283,23**			**126**		**9,37E-06**						**2,3E-06**		**5,2E-09**
Вентилятор	306,5	0,80	2	2	2,25E-06	1,10E-06	1,01E-08	8,82E-07	0,500	0,100	0,300	6,62E-07	7,70E-03	5,10E-09
диод	256,3	0,35	2	16	2,10E-07	2,92E-06	1,68E-08	2,54E-07	0,047	0,264	0,040	1,10E-06	2,22E-03	2,45E-09
резистор	253,0	0,55	2	58	4,50E-08	1,08E-06	1,87E-09	2,92E-08	0,027	0,192	0,000	1,23E-07	2,56E-04	3,14E-11
транзистор	316,1	0,35	3	11	8,40E-07	2,56E-06	4,20E-09	7,87E-07	0,077	0,227	0,230	2,76E-07	6,88E-03	1,90E-09
конденсатор	224,3	0,60	2	33	5,20E-08	7,06E-07	4,57E-09	1,45E-07	0,130	0,000	0,075	3,00E-07	1,27E-03	3,80E-10
оптрон	256,3	0,35	2	4	2,10E-07	7,30E-07	4,20E-09	6,35E-08	0,047	0,264	0,040	2,75E-07	5,56E-04	1,53E-10
дроссель	316,1	0,80	8	1	1,00E-06	2,48E-07	2,27E-09	1,98E-07	0,500	0,100	0,300	1,49E-07	1,7E-03	2,59E-10
микросхема	368,7	0,85	14	1	1,30E-08	1,92E-08	5,56E-10	1,13E-08	0,370	0,240	0,220	3,64E-08	9,94E-05	3,62E-12
Модуль термозащиты МТ-2,в т.ч.:				**12**		**8,57E-07**						**1,53E-07**		**1,67E-11**
- микросхемы	368,7	0,85	14	1	1,30E-08	1,92E-08	5,56E-10	1,13E-08	0,370	0,240	0,220	3,64E-08	9,94E-05	3,62E-12
- тиристоры	507,8	0,35	3	1	5,00E-07	1,18E-07	3,36E-10	1,02E-08	0,047	0,264	0,040	2,21E-08	8,97E-05	1,98E-12
- стабилитроны	256,3	0,35	2	1	2,10E-07	1,82E-07	1,05E-09	1,59E-08	0,047	0,264	0,040	6,89E-08	1,39E-04	9,58E-12
- резисторы	253,0	0,55	2	5	4,50E-08	9,34E-08	1,61E-10	2,52E-09	0,027	0,192	0,000	1,06E-08	2,21E-05	2,34E-13
- конденсаторы	224,3	0,60	2	2	5,20E-08	2,18E-08	1,41E-10	4,48E-09	0,130	0,000	0,075	9,27E-09	3,92E-05	3,63E-13
- разъемы	358,2	0,65	4	1	1,00E-06	1,90E-07	5,20E-11	1,81E-08	0,095	0,000	0,000	3,41E-09	1,58E-04	5,40E-13
- позистор	507,8	0,65	5	1	1,25E-06	2,32E-07	3,31E-11	2,20E-08	0,095	0,000	0,000	2,17E-09	1,93E-04	4,20E-13
Провода	232,5	0,65	1	12	1,50E-08	6,60E-08	9,41E-10	1,27E-08	0,192	0,027	0,000	6,17E-08	1,11E-04	6,85E-12
Монтажные соединения(пайки)	274,6	0,65	1	331	2,00E-08	1,60E-06	2,49E-08	8,02E-07	0,400	0,400	0,100	1,63E-06	7,01E-03	1,14E-08
В среднем по вн бл:				**150**		**1,19E-05**						**4,11E-06**		**1,66E-08**
Стандартное отклонение						8,96E-07								2,79E-09
Безотказность / пожарная устойчивость:						**0,89389739**						**0,99999998**		
Технический / пожаро-безопасный ресурс, лет:						**8,92**	- : -	**10,37**				**51,5**	- : -	**72,2**

Рис. 5. Расчетная таблица эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов внутреннего блока сплит-системы с модулем термозащиты

Наименование изделия, блока, класса и типа ЭРЭ	Ср. значения в изделии				Ср. интенсивность в группе				Вероятность в группе					
	Темп-ра восплам.	Рек. нагр.	Выво-дов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла ме-ния	Пож.опас. отказов	Кор. замык.	Обры-ва	Про-боя	Воспла-менения	Распр-я огня	Пожара ЭРЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.внешний бл, в т.ч.:	**287,48**			**182**		**1,04E-05**						**3,80E-06**		**2,02E-07**
Вентилятор	306,5	0,80	2	1	2,25E-06	5,51E-07	5,05E-09	4,41E-07	0,500	0,100	0,300	4,68E-07	3,86E-03	1,81E-09
Компрессор	375,0	0,60	2	1	2,00E-07	9,66E-08	2,41E-09	4,83E-08	0,500	0,150	0,000	2,23E-07	4,23E-04	9,45E-11
Резистор 86	253,0	0,55	2	86	4,50E-08	1,61E-06	2,77E-09	4,34E-08	0,027	0,192	0,000	2,57E-07	3,80E-04	9,78E-11
Конденсатор 63	224,3	0,60	2	63	5,20E-08	1,70E-06	1,10E-08	3,48E-07	0,130	0,000	0,075	1,02E-06	3,04E-03	3,10E-09
Транзистор 7	316,1	0,35	3	7	8,40E-07	1,63E-06	2,67E-09	5,01E-07	0,077	0,227	0,230	2,48E-07	4,38E-03	1,09E-09
Диод 13	256,3	0,35	2	13	2,10E-07	2,37E-06	1,36E-08	2,06E-07	0,047	0,264	0,040	1,27E-06	1,81E-03	2,29E-09
позистор 7	507,8	0,65	5	7	1,25E-06	1,64E-06	2,34E-10	1,56E-07	0,095	0,000	0,000	2,17E-08	1,36E-03	2,96E-11
реле	507,8	0,65	5	1	1,25E-06	2,73E-07	3,89E-11	2,59E-08	0,095	0,000	0,000	3,61E-09	2,27E-04	8,21E-13
оптрон	256,3	0,35	2	3	2,10E-07	5,47E-07	3,15E-09	4,76E-08	0,047	0,264	0,040	2,92E-07	4,17E-04	1,22E-10
Модуль термозащиты МТ-1,в т.ч.:				**13**		**1,21E-06**						**2,07E-07**		**1,05E-10**
- транзисторы	316,1	0,35	3	2	8,40E-07	4,66E-07	7,64E-10	1,43E-07	0,077	0,227	0,230	7,09E-08	1,25E-03	8,89E-11
- стабилитроны	256,3	0,35	2	1	2,10E-07	1,82E-07	1,05E-09	1,59E-08	0,047	0,264	0,040	9,74E-08	1,39E-04	1,36E-11
- резисторы	253,0	0,55	2	7	4,50E-08	1,31E-07	2,26E-10	3,53E-09	0,027	0,192	0,000	2,09E-08	3,09E-05	6,48E-13
- конденсаторы	224,3	0,60	2	1	5,20E-08	1,09E-08	7,06E-11	2,24E-09	0,130	0,000	0,075	6,56E-09	1,96E-05	1,29E-13
- разъемы	358,2	0,65	4	1	1,00E-06	1,90E-07	5,20E-11	1,81E-08	0,095	0,000	0,000	4,83E-09	1,58E-04	7,64E-13
- реле	507,8	0,65	5	1	1,25E-06	2,34E-07	6,39E-11	2,22E-08	0,095	0,000	0,000	5,93E-09	1,95E-04	1,15E-12
Провода	232,5	0,65	1	7	1,50E-08	3,85E-08	5,49E-10	7,39E-09	0,192	0,027	0,000	5,09E-08	6,48E-05	3,30E-12
Монтажные соединения(пайки)	274,6	0,65	1	405	2,00E-08	3,59E-06	1,33E-07	1,79E-06	0,400	0,400	0,100	1,24E-05	1,56E-02	1,93E-07
В среднем:				**202**		**1,53E-05**								**3,94E-07**
Стандартное отклонение						9,93E-07								4,81E-08
Безотказность / пожарная устойчивость:						**0,86728008**						**0,99999956**		
Технический / пожаро-безопасный ресурс, лет:						**7,02**	- : -	**8,00**				**2,2598**	- : -	**2,8872**

Рис. 6. Расчетная таблица эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов внешнего блока сплит-системы с модулем термозащиты

Исходя из полученных данных, можно отметить, что при совершенно небольшом снижении эксплуатационного ресурса мы получаем в разы больший пожаробезопасный ресурс, что делает их соизмеримым [5]. Для внутреннего блока получаем, что технический ресурс уменьшился с 13 до 10 лет, а пожаробезопасный увеличился с 9 месяцев до 60 лет. Для внешнего блока технический уменьшился с 8 до 7,5 лет, а пожаробезопасный увеличился с 3 недель до 2,5 лет. Также, данные таблицы наглядно показывают преимущества использования модулей термозащиты [1]

Список литературы

1. Белозеров В.В. Методика оценки пожарной опасности и надежности холодильников-морозильников «STINOL» /отчет о НИР № б/н от 14.01.2000 (ЗАО «СТИНОЛ») – URL: http://elibrary.ru/item.asp?id=23428114.

2. Белозеров В.В., Тетерин И.М., Топольский Н.Г. Модульные системы безопасности электроприборов // Технологии техносферной безопасности. – 2005. – № 4. – С. 3.

3. Белозеров В.В., Гапкало Н.И. «Интеллектуализация» бытовых электроприборов // Строительство-2008: Материалы межд. науч.-практ. конф. – Ростов н/Д: РГСУ, 2008. – С. 263–267.

4. Белозеров В.В. Методы, модели и средства автоматизации управления техносферной безопасностью: дисс…. доктора технических наук / Академия государственной противопожарной службы. – М/, 2013 – URL: http://elibrary.ru/item.asp?id=23454553/.

5. Белозеров В.В. Синергетика безопасной жизнедеятельности. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2015. – 420 с. – URL: http://elibrary.ru/item.asp?id=23669678.

УДК 004

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЧИСТИТЕЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ

Мотренко А.П., Каевский А.И.
Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,
e-mail: motrenko49@gmail.com, isasha6613@gmail.com

Автоматизация производственных процессов является необходимым условием повышения производительности труда и улучшения качественных показателей производства. Одним из ведущих направлений развития техники гидропривода является решение проблемы повышения надежности. Рабочая жидкость, обеспечивая связь между отдельными элементами гидравлических систем, может быть выделена в качестве отдельного элемента гидросистемы. Поэтому ее характеристики рассматриваются наряду с важнейшими характеристиками различных элементов гидросистемы. Загрязнение жидкости различными примесями снижает надежность и срок службы различных гидроагрегатов. В данной работе рассматриваются решения проблемы автоматизации очистительных фильтров в крупных заводах. Это необходимая мера для облегчения и упрощения работы, а так же уменьшения затрат на быстро засоряющиеся временные фильтры.

Ключевые слова: фильтры, автоматизация, очистка

AUTOMATION OF CLEANING FILTERS

Motrenko A.P., Kaevsky A.I.
Don State Technical University, Rostov-on-Don,
e-mail: motrenko49@gmail.com, isasha6613@gmail.com

Automation of production processes is a necessary condition for increasing labor productivity and improving the quality of engineering production. One of the leading directions in the development of hydraulic drive technology is to solve the problem of increasing reliability. The working fluid, providing communication between individual elements of hydraulic systems, can be separated as a separate element of the hydraulic system. Therefore, its characteristics are considered along with the most important characteristics of the various elements of the hydraulic system. Contamination of the liquid with various impurities reduces the reliability and service life of the various hydraulic units. In this paper, we consider solutions to the problem of automation of cleaning filters in large plants. This is a necessary measure to facilitate and simplify the work, as well as reduce the cost of fast-clogging temporary filters.

Keywords: filters, automation, cleaning

Автоматический самоочищающийся фильтр представляет собой полунепрерывную машину, предназначенную для удаления частиц из жидкости. Технически распределитель, приводимый в действие гидравлическим двигателем, регулярно поворачивается для подачи суспензии во впускные камеры из N сегментированных элементов, расположенных горизонтально над распределителем, и обратная промывка последней камеры (рис. 1) [1]. Когда фильтрующий материал требует очистки (в зависимости от времени, дифференциального давления или ручной установки), очистной диск двигается вдоль фильтрующей сетки, удаляя концентрированные загрязняющие вещества. Этот процесс осуществляется при работе фильтра, таким образом, процесс его содержания эффективно и значительно сокращает потерю фильтруемого материала. Очищающий диск движется сверху вниз и удаляет загрязненные вещества с поверхности материала. После этого загрязненные частицы быстро смываются в слив. В этой работе была разработана практическая вычислительно-доступная модель для описания распределения скорости потока в разных секторах элемента диска и для демонстрации влияния параметров, таких как время обратной промывки или концентрация загрязнений, учет забивания частиц и периодические условия эксплуатации для идеальной и несовершенной эффективности очистки путем обратной промывки. Ключевыми результатами являются, предсказание времени засорения, а также численный инструмент для оптимизации критического времени обратной промывки и концентрации загрязнения.

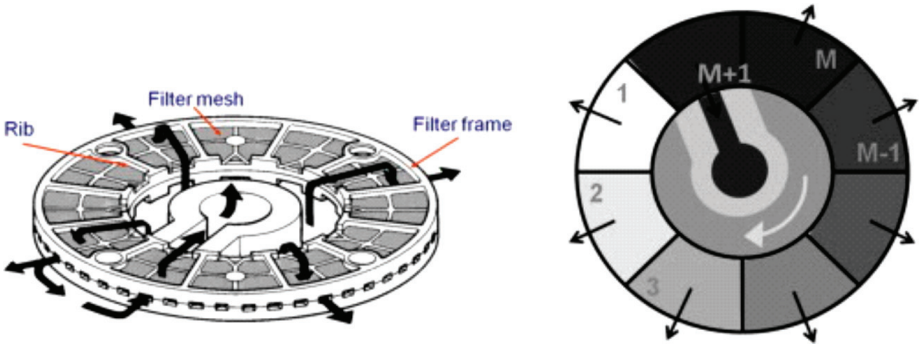


Рис. 1. Автоматический самоочищающийся фильтр [1]

В соответствии с экологическими нормами, предъявляемыми американским таможенным упаковщиком потребительских товаров, перед тем, как их выгружать, требуется, чтобы технологическая вода не содержала определенных загрязнений. Существующая система очистки воды была трудоемкой и приводила к большому простою. Решением стал автоматический Eaton DCF-800. Экологические правила требуют очистки сточных вод от определенных загрязняющих веществ до того, как они будут сброшены в канализационную систему. Заказчик использовал большой фильтр 24 дюйма х 24 в фильтровальном прессе, оборудованный дюжиной 40–микронных фильтрующих прокладок для удаления флоккулированных загрязняющих веществ из сточных вод перед их обработкой через систему ультрафильтрации до выгрузки. Прокладки должны были меняться два раза в день в беспорядочном, напряженном процессе, который приводил к ежедневному простою в среднем на три часа. Загрязняющие вещества, собранные с помощью фильтрующих прокладок, включают масла, частицы оксида цинка и силикаты, которые были незатронутыми после открытия пресса, подвергая рабочих потенциальным раздражителям и аллергенам. Двадцать один час простоя в неделю на заводе, работающем круглосуточно и без выходных, становится все неприемлемым, поэтому рассмотрены на альтернативы – мешочные фильтры и очищаемые вручную картриджные фильтры. Также рассматривались самоочищающиеся автоматические фильтры, пока не были найдены DCF-800. Система обрабатывает в среднем 400 000 галлонов воды в неделю. Двенадцать 40–микронных фильтрующих прокладок с общей площадью поверхности 48 фут удалили около 10 фунтов загрязняющих веществ из потока сточных вод. В день использовали два набора, чтобы удалить в общей сложности 20 фунтов загрязнителей.

Рис. 2. Самоочищающийся автоматический фильтр, пока мы не показали им DCF-800 [2]

Уникальная конструкция круговой очистки диска обеспечивает тесный контакт с экраном для тщательной и равномерной очистки носителя. Учитывая эти цифры, инженеры заказчика были скептически настроены относительно того, что физически маленький DCF-800 может успешно замените большой фильтр-пресс. Команда Gupta преодолела это, представив их другому клиенту, используя фильтр DCF в аналогичном приложении, который смог ответить на их вопросы и продемонстрировать успешность работы блока. Команда Gupta заменила фильтр-пресс фильтрами DCF-800 с 38–микронными экранами. Результатом стала улучшенная защита ультрафильтра по сравнению со старым фильтрующим прессом без какого-либо неблагоприятного воздействия на скорость потока. Фильтры серии DCF считаются одними из наиболее эффективных фильтров с механической очисткой, доступных в настоящее время. Работая при неизменно низком дифференциальном давлении, они обеспечивают простую и надежную работу с минимальными первоначальными инвестициями. Они особенно эффективны для фильтрации вязких, абразивных или липких жидкостей, что делает их идеальным выбором для этого применения. Фильтр DCF состоит из цилиндрического корпуса из нержавеющей стали, который удерживает фильтрующий материал. Жидкость поступает в элемент и течет через него к выпускному отверстию, осаждая любые загрязняющие вещества на внутренней стенке элемента. Подпружиненный чистящий диск перемещается вверх и вниз, протирая фильтрующий элемент и нанося загрязняющие вещества на дно корпуса из пути потока. Частота очистки может быть основана на времени, перепаде давления, ручном выборе или любых других конкретных критериях применения. Поскольку фильтр остается в эксплуатации при очистке, фильтры DCF поддерживают высокую эффективность процесса. Результатом этих изменений стало то, что клиент исключил в среднем три часа в день простоя и связанные с этим затраты на содержание поддерживающего фильтра, плюс стоимость новых фильтрующих прокладок и утилизация использованных. Способность сократить значительное время простоя и создать более безопасную среду – вот что делает технологию DCF уникальной в этом приложении. Конечной целью было низкое дифференциальное давление и снижение себестоимости продукции. DCF-800 достигла обоих и превзошла все ожидания. Основываясь на этом успешном применении, клиент установил фильтр Eaton на другой технологической линии для удаления любых остаточных загрязнений из другого продукта непосредственно перед розливом. Тот факт, что они доверяют фильтрам Eaton для защиты репутации крупного бренда, ежедневно используемого миллионами потребителей, является самым большим свидетельством, которого можно было бы ожидать. Сокращение расходов на удаление отходов в Канаде, где настоятельно рекомендуется применять экологически чистые методы ведения бизнеса, обеспечивает не только финансовую экономию, но и помогает компании Возможность сократить время простоя и создать более безопасную среду – вот что делает технологию DCF уникальной в этом приложении [2].

CPI сотрудничает для разработки самоочищающегося мембранного фильтра с граффиновым покрытием Центр инноваций в области технологических процессов (CPI) является частью совместной работы в Великобритании по разработке самоочищающегося мембранного фильтра, который имеет потенциал для революционной фильтрации жидкости по всему миру. Консорциум включает CPI наряду с G2O Water International Ltd (G2O), Haydale Graphene Industries Plc и Sellafield Ltd. Двухлетний проект, поддержанный Innovate UK, направлен на разработку недорогой технологии самоочищающегося покрытия на основе функционализированного графена, который, нанесенный на промышленные мембраны, делает их очень стойкими к загрязнению. Покрытие будет составлено и утверждено консорциумом для развертывания в ряде различных применений, включая опреснение, разделение нефти и воды, а также обработку ядерной сточной воды. Технология интеллектуального фильтра уже успешно продемонстрирована G2O в лабораторных тестах, и сотрудничество будет направлено на то, чтобы перевести лабораторную работу в рабочий производственный процесс на экспериментальной производственной шкале. G2O говорит, что его запатентованная технология значительно повышает производительность мембраны и может трансформировать водную и экологическую промышленность за счет снижения затрат на энергию до 90%. Он также имеет возможность эффективно очищать сточные воды, чтобы можно было повторно использовать воду. Роль CPI в проекте заключается в разработке, охарактеризова-

нии и расширении материалов на основе графена наряду с нанесением граффинового покрытия на мембрану. Включение графена в самоочищающуюся фильтрующую мембрану является чрезвычайно привлекательной областью применения для ИПЦ. Низкозатратный фильтр позволит фильтровать жидкости с небольшой долей текущих затрат, а в случае чистой воды – создать возможность для миллионов людей, пострадавших во всем мире. Графен имеет потенциал революционизировать бесчисленные рынки и приложения. Ключевым моментом является разработка технологии из лаборатории и объемов, процессов и ценовых точек, необходимых для содействия принятию массового рынка, и именно это CPI работает с компаниями. Graphene может стать преобразовательной технологией для восстановления окружающей среды, будь то предоставление недорогой питьевой воды или очистка экологически опасных веществ [3].

Решения проблемы самоочистки фильтра, с целью оптимизации процессов на производстве и сокращению расходов уже существуют и способны выполнять свои функции, однако все равно требуют доработки.

Список литературы

1. Meireles M., Prat M., Estachy G. Analytical modeling of steady-state filtration process in an automatic self-cleaning filter // Chemical engineering research and design. – 2015. – T. 100. – C. 15–26.

2. Water & wastewater. Self-cleaning filter packs a punch// Filtration + Separation. – 2016. – 18–19

3. CPI collaborates to develop graphene-coated self-cleaning membrane filter//Membrane Technology. – 2016. – Page 1.

УДК 620.93:66-5

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ, ПОЖАРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Назаренко А.А.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: nazarenko.andr94@mail.ru

В статье рассматриваются проблемы пожарной и экологической безопасности современных систем производства тепловой и электрической энергии, в частности, таких как котельные и ТЭЦ. В данной работе предлагаются и описываются инновационные методы и средства автоматизации технологических процессов котельных и ТЭЦ, которые позволят: восстановить природные циклы круговорота кислорода, воды и углерода с помощью биотуннелей, биогумусных и биотермических технологий; решить проблемы, порождающие вредные выбросы котельных и ТЭЦ; избавить паровые котельные от подсистемы химической водоочистки; оптимизировать использование энергетического потенциала паровых котлов, которые в ходе технологического процесса, бесполезно утилизируют в специальных редукционно-охладительных установках избыточное давление пара; обеспечить требуемые уровни пожарной, экологической и энергетической безопасности.

Ключевые слова: котельные, ТЭЦ, экология, природные циклы, сепаратор, мембрана, кислород, азот, углерод, вода, пожарная безопасность, химводоочистка, паро-винтовые машины, биотуннели

METHODS OF IMPROVING EFFECTIVENESS FIRE AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF OBJECTS THERMAL POWER INDUSTRY

Nazarenko A.A.

Don state technical university, Rostov-on-Don, e-mail: nazarenko.andr94@mail.ru

The article is devoted to the main problems of modern thermal and electric energy production systems, in particular in boilers and thermal power stations. The paper suggests and describes innovative methods and means of automation of technological processes of boiler and thermal power stations, which allow to restore natural cycles of oxygen, water and carbon with the help of biotechnologies, as well as to solve the problems that generate harmful emissions of boiler houses and thermal power stations, including optimization of the use of the energy potential of steam boilers and ensuring the required level of their fire and environmental safety.

Keywords: boilers, thermal power station, ecology, natural cycles, separator, membrane, oxygen, nitrogen, carbon, water, fire safety, chemical water purification, steam-screw machines, biotunnel

Ежегодно потребность в тепловой энергии в мире возрастает. Это приводит к росту количества промышленных и отопительных котельных. С их увеличением возникают проблемы, связанные с «выжиганием кислорода» из атмосферы и ростом выбросов вредных веществ в окружающую среду. Так из дымовых труб котельных и ТЭЦ в окружающую среду выбрасываются такие вредные вещества, как оксиды серы, азота, угарный газ (CO), сажа и другие остатки углеводородного топлива – из-за их неполного сгорания.

Как известно, большинство объектов теплоэнергетики с помощью строительства «дымовых труб» соответствующей высоты, рассеивают вредные выбросы. Однако, это не избавляет от нарушений двух основных природных циклов, обеспечивающих жизнедеятельность на нашей планете:

– цикл круговорота кислорода в системе атмосфера-биосфера-гидросфера;

– цикл круговорота воды в системе гидросфера/геосфера-атмосфера;

– семилетний цикл круговорота углерода в системе атмосфера-биосфера-геосфера/гидросфера. Котельные и ТЭЦ нарушают их, сжигая углеводородное топливо, и выбрасывая воду и углерод в атмосферу, изменяя тем самым климат на планете [1].

Кроме того, котельные и ТЭЦ являются одними из самых уязвимых, с точки зрения пожаров, объектов техносферы. В случае неконтролируемого процесса горения, они подвергают опасности жизни людей, а также приносят огромный материальный ущерб.

К другим серьёзным недостаткам объектов теплоэнергетики, а именно паровых котельных относятся:

– неэффективное использование избыточной энергии пара, которая в ходе технологического процесса, бесполезно утилизируется в специальных редукционно-охладительных установках (РОУ)[2].

– использование воды в паровых котлах приводит к образованию в них накипи, которая может вывести их из строя [3].

С помощью современных технологий можно устранить эти и многие другие проблемы объектов теплоэнергетики, например, добиться полного сгорания топлива, тем самым существенно сократив выбросы вредных веществ в атмосферу. Для этого, например, топливо следует сжигать не в атмосферном воздухе, а в кислороде [4].

Способы сепарации воздуха на кислород и азот известны давно, и осуществляются криогенными установками. Но в наше время, в связи со стремительным развитием наноматериалов и нанотехнологий, можно найти более эффективные способы сепарации воздуха. Так, например, этот процесс можно осуществить с помощью – мембранных установок. Себестоимость кубометра азота и кислорода, получаемых мембранными установками, на порядок дешевле криогенных. Кроме того, мембранные сепараторы способны вырабатывать кислород на месте, т.е. не требуют специальных средств хранения и транспортировки.

Принцип мембранной сепарации воздуха (МСВ) хорошо известен и широко используется, в т.ч. за рубежом – это кнудсеновская диффузия, в соответствии с которой компоненты разделяемой смеси проникают через поры мембраны с различными скоростями, в связи с чем, коэффициент разделения смеси зависит от молекулярных масс [5]:

$$K_P = \frac{n_1}{n_2} = -\left(\frac{M_2}{M_1}\right)^{0,5}, \qquad (1)$$

где n_1 и n_2 – числа молей компонентов соответственно, с молекулярными массами M_2 и M_1.

Атмосферный воздух на 78% состоит из азота, на 21% – из кислорода и на 1% из других газов. Каждый газ обладает собственным коэффициентом проницаемости, характеризующим его способностью проходить через мембрану. Кислород представляет собой «быстрый» газ, который диффундирует через стенку мембраны, в то время как азот проходит через внутреннюю поверхность волокна, таким образом, на двух выходах мембранного сепаратора получаются два потока газов. Первый обогащён кислородом, а второй азотом. Затем, азот и кислород по трубам (рис. 1) выводятся напрямую к тому месту, где требуется их практическое применение [6].

Повысить эффективность сгорания жидкого топлива котельных и ТЭЦ, тем самым снизив их экологический вред, и повысив их энергосбережение, можно применив подсистему ультразвукового и магнитоэлектрического подавления и контроля «топливного вреда», которая базируется на использовании ультразвуковых форсунок. В ультразвуковых форсунках реализован комбинированный способ распыливания топлива, совмещающий использование эффекта закрученной струи жидкости, кинетической энергии вихревого потока распылителя и акустических колебаний среды [10].

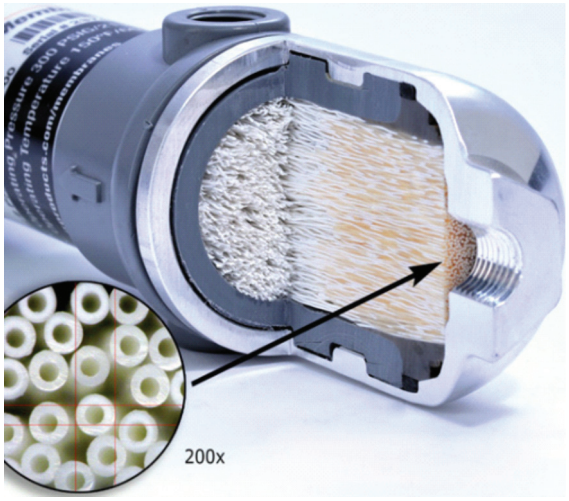


Рис. 1. Мембраны сепаратора фирмы «PRISM PA»

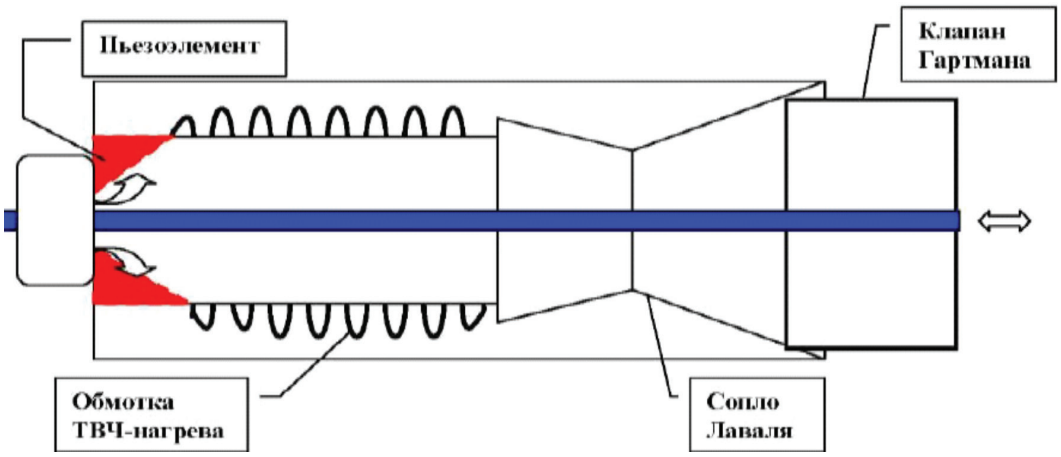


Рис. 2. Схема ультразвуковой форсунки

С помощью азота, накопленного в результате сепарации кислорода из воздуха, целесообразно решить проблему пожарной безопасности технологических процессов котельных и ТЭЦ, реализовав автоматизированную систему предотвращения и подавления пожаров, локальным введением охлажденного азота, т.к. известно, что понижение концентрации кислорода делает невозможным процесс горения [7]. Тушение азотом имеет преимущества перед другими способами пожаротушения, так как в отличие от водяных систем, не повреждает электротехническое оборудование [4].

Современные технологии способны также устранить проблему неэффективного использования избыточного давления пара. Так, например, паро-винтовые машины (ПВМ) могут когенерировать неиспользуемый энергетический потенциал поровых котельных в электрическую энергию, тем самым, превратив их в мини-ТЭЦ. ПВМ может полностью обеспечить предприятие электроэнергией, в несколько раз дешевле, по сравнению с действующими тарифами, а также поставлять её на сторону. При этом, без дополнительного сжигания топлива и минимальными затратами на эксплуатацию. Согласно расчётам, ПВМ может вырабатывать электроэнергию, себестоимость которой 35–45 копеек за 1 кВт.

К другим достоинствам и преимуществам ПВМ можно отнести:

• высокий КПД – до 70% – и работа в широком диапазоне мощностей;

• увеличенный до 60 тыс. часов моторесурс и возможность возобновления работы после капитального ремонта;

• исключительная надежность и ремонтопригодность;

• возможность размещения в существующих помещениях котельных, благодаря небольшим размерам и массе [8].

ПВМ фактически представляет собой модифицированный тип парового двигателя, специализирующийся на преобразовании механической энергии, полученной за счёт давления пара, в электрическую. ПВМ разработана в России, и не имеет аналогов в мире [2].

Как говорилось ранее, использование воды, из-за содержания в ней ионов (Ca^{2+} и M^{2+}), в паровых котлах создает проблему накипеобразования, которая может вывести оборудование из строя. Для предотвращения образования накипи в большинстве паровых и водогрейных котлах используют химводоочистку, что требует немалые регулярные дополнительные издержки на катионные фильтры. Однако, возможно создание более экономного способа устранения проблем связанных с примесью воды. Так, например, вместо использования подсистемы химводоочистки, эффективнее создать, разработанную в институте имени Кржижановского, подсистему оптимизации тепломассобмена в котле, базирующейся на замене воды и пара на соответствующие агрегатные состояния элегаза («Хладон-510») [9].

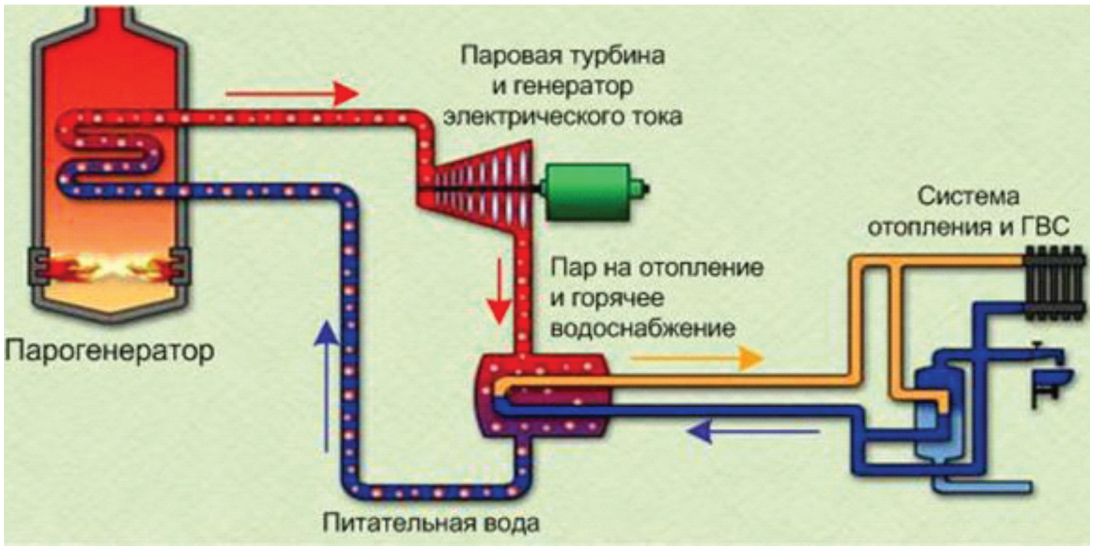


Рис. 3. Конструкция ПВМ для мини ТЭЦ

Помимо использования сепарированного кислорода и ультразвуковых форсунок, в процессе сжигания топлива, для снижения выбросов вредных веществ в атмосферу возможно использование «биотуннелей», сформированных из вечнозеленых и сезонных сортов деревьев и кустарников, включая генетически измененную коноплю [9].

Как говорилось ранее, современные объекты теплоэнергетики нарушают природные циклы кислорода, воды и углерода. Однако, CO_2 и H_2O могут поглощаться природным фотосинтезом деревьев и кустарников (с выделением O_2 в атмосферу). Так за один теплый солнечный день 1 Га лесных насаждений поглощает из воздуха 220–280 кг CO_2 и выделяет 180–200 кг O_2 [1]. Далее, углерод и вода могут утилизироваться в геосферу с помощью биогумусной и биотермической технологии, основанной на природных процессах разложения их опада (гниения, употребления фитомассы в качестве пищи животными и др. способы превращения опада в почве).

Рис. 4. Структурная схема автоматизированной систем управления противопожарной защиты мини-ТЭЦ

Таким образом, можно выделить следующие способы устранения основных недостатков типовых проектных решений АСУ ТП объектов теплоэнергетики [4]:

• использование паровых винтовых машин для когенерации неиспользуемого энергетического потенциала паровых котельных в электрическую энергию, тем самым, превратив их в мини-ТЭЦ;

• создание подсистемы оптимизации тепломассобмена в паровом котле, баризующейся на замене воды и пара на соответствующие агрегатные состояния элегаза (например, «Хладон-510»), позволяющей ликвидировать подсистему химводоочистки и издержки, связанные с ней;

• модернизация подсистемы управления розжигом горелочных устройств котлоагрегатов, на предмет оптимизации горения углеводородного топлива с помощью сепарированного из воздуха кислорода, в результате чего достигается экономия и полное сгорание углеводородного топлива, и из выбросов исключаются наиболее токсичные (CO, NOx, и др.), а также ультразвукового впрыска жидкого топлива, если котел работает на жидком топливе или имеет резервный режим работы на нём,

• создание подсистемы противопожарной защиты помещений и оборудования котельных и ТЭЦ сепарированным из воздуха азотом, вместо «водяных методов и средств».

• создание вместо труб котельных, ТЭЦ и ГРЭС «выпускных коллекторов» необходимой пропускной способности и создание «биотуннеля» («биоквартала»), т.е. «экранирование» выпускного коллектора от окружающей среды обсадкой вечнозелеными и сезонными сортами деревьев и кустарников, с соответствующей «производительностью поглощения», и автоматизация его функционирования.

Список литературы

1. Белозеров В.В. Синергетика безопасной жизнедеятельности. – Ростов н/Д: ЮФУ, 2015. – 420 с.

2. Назаренко А.А. О повышении эффективности котельных и тэц с помощью паровых винтовых машин // Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <a href=«http://www.scienceforum.ru/2017/2312/27509»>.

3. Водоподготовка для теплоэнергетики и котельных. Национальный центр водных технологий. – Режим доступа: http://ncwt.ru/ochistka_vody_i_vodopodgotovka/55/187/

4. Назаренко А.А. Модель АСУ экологически чистой котельной // Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <a href=«http://www.scienceforum.ru/2016/1963/23853»>

5. Белозеров В.В., Лерер А.М., Новакович А.А., Видецких Ю.А., Пирогов М.Г., Толмачев Г.Н. О формировании электротеплопроводной немагнитной пористой нанопереогородки для сепарации воздуха // «Техносферная безопасность. Надежность. Качество. Энергосбережение»: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. /Шепси, 04–07.09.2007, ISBN 5–89071–036–2/.-Ростов н/Д: РГСУ (ЮРОРААСН), 2007. – С.231–237.

6. Мембранные сепараторы. Официальный сайт фирмы Air Products. Режим доступа: http://www.airproducts.com/products/Gases/supply-options/prism-membranes.

7. Богуславский Е.И., Белозеров В.В., Богуславский Н.Е. Прогнозирование, оценка и анализ пожарной безопасности: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению «Строительство» / М-во образования и науки Рос. Федерации, Рост. гос. строит. ун-т. – Ростов н/Д, 2004.

8. Березин С.Р. Технология энергосбережения с использованием паровых винтовых машин // Теплоэнергетика. – 2007. – № 8.

9. Айдаркин Е.К., Белозеров В.В., Новакович А.А., Костарев Н.П., Мазурин И.М. «ПАРСЕК»: физико-химическая и биотехнологическая система подавления экологического вреда котельных // Техносферная безопасность. Надежность. Качество. Энергосбережение: материалы Всерос. науч.-практ. конф. / Шепси, 05–08.09.2006, ISBN 5–89071–036–2. – Ростов н/Д: РГСУ (ЮРО РААСН), 2006. – С. 243–246.

10. Механические кавитационные мазутные форсунки «Фреза» (исполнение ФМК). Официальный сайт научно-производственного предприятия «Внедрение». – Режим доступа https://www.vnedrenie.net/catalog/mekhanicheskie-kavitatsionnye-mazutnye-forsunki-freza/23/.

УДК 621.313:614.84

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ МИКРОСИСТЕМЫ ПОДАВЛЕНИЯ ПОЖАРНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВРЕДА

Периков А.В.

ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы» МЧС России, Москва, e-mail: perikoff91@yandex.ru

Проведен анализ пожарной безопасности населения, проживающего в многоквартирных высотных зданиях, на основе которого предложено использовать электро-газо-счетчики-извещатели с блоком автоматической компенсации реактивной мощности, для подавления пожарно-электрического вреда и обнаружения опасных факторов пожара. Системный синтез позволил решить задачу обеспечения безопасности жильцов высотных зданий, путем подавления опасных факторов пожара с помощью атмосферного азота, сепарированного из воздуха мембранной установкой, размещаемой в подвале или на техническом этаже, с соответствующей разводкой полимерных труб и коммутацией их в каждой квартире с аспирационными системами электро-газо-счетчиков-извещателей. Показано, что внедрение предлагаемых решений, реализует микросистему противопожарной защиты многоквартирных высотных жилых домов, в которых достигается требуемая вероятность безопасности их жильцов, а также создает возможность автоматизированного учета потребляемых ресурсов управляющими компаниями и снабжающими организациями без дополнительных затрат на автоматизацию.

Ключевые слова: пожарная безопасность, электросчетчики-извещатели, компенсатор реактивной мощности, сепарация азота, мембранная установка

MODEL OF AUTOMATED MICROSYSTEM OF SUPPRESSION OF FIRE AND ELECTRICAL HARM.

Perikov A.V.

Academy of the State fire service Emercom of Russia, Moscow, e-mail: perikoff91@yandex.ru

The analysis of fire safety of the population living in apartment high-rise buildings on the basis of which it is offered to use electro-gas- counters annunciators with the unit of an automatic reactive power compensation, for suppression of fire and electrical harm and detection of dangerous factors of the fire is carried out. System synthesis allowed to solve the problem of safety of residents of high-rise buildings, by suppression of dangerous factors of the fire by means of the atmospheric nitrogen separated from air by the membrane installation placed in the cellar or on the technical floor with the appropriate distributing of polymeric pipes and their switching in each apartment with aspiration systems electro-gas-counters-annunciators. It is shown that introduction of the proposed solutions, realizes a microsystem of fire-prevention protection of apartment high-rise houses in which the required probability of safety of their residents is reached and also creates a possibility of the automated accounting of the consumed resources by management companies and the supplying organizations without padding costs of automation.

Keywords: fire safety, electric meters annunciators, compensator of reactive power, nitrogen separation, membrane installation

В последние годы в России участились случаи пожаров и гибели населения от них в многоквартирных высотных жилых зданиях, несмотря на то, что они, как правило, строятся без газоснабжения, с вводом в квартиры 3-фазного энергоснабжения для электроплит и электродуховок, а также капитальных противопожарных мер (незадымляемые лестничные клетки, противопожарное зонирование и т.д.) [1].

Это свидетельствует о том, что указанных противопожарных мер недостаточно, чтобы обеспечить вероятность безопасного проживания в них не хуже, чем 0,999999, как это требует ГОСТ 12.1.004 [2].

Дело в том, что низкое качество потребляемой бытовыми электроприборами электроэнергии (например, пониженное или повышенное напряжение, фазовый сдвиг тока и напряжения и т.д.) уменьшает их технический ресурс и создает условия для возникновения в них пожароопасных отказов [3], т.е. увеличивает вероятность аварий и пожаров по электротехническим причинам [4].

Казалось бы, очевидным решением в этом случае является оснащение квартир электросчетчиками, которые, во-первых, определяют качественность электроэнергии, а во-вторых, автоматически «сглаживают не качественность» с помощью блока компенсации реактивной мощности (КРМ). При этом автоматическая компенсация осуществляется с помощью синхронного измерения текущего значения коэффициента мощности в определенные моменты времени (вычислением фазного угла и его косинуса по трем значениям силы тока – I_i и напряжения в сети – U_i) по формуле [5, 6]

$$\cos\varphi = \frac{2U_2^2 - U_3U_1 - U_1^2}{2U_2\sqrt{U_2^2 - U_3U_1}} \cdot \frac{2I_2^2 - I_3I_1 - I_1^2}{2I_2\sqrt{I_2^2 - I_3I_1}} + \\ + \left[\pm\sqrt{1 - \left(\frac{2U_2^2 - U_3U_1 - U_1^2}{2U_2\sqrt{U_2^2 - U_3U_1}}\right)^2}\right] \cdot \left[\pm\sqrt{1 - \left(\frac{2I_2^2 - I_3I_1 - I_1^2}{2I_2\sqrt{I_2^2 - I_3I_1}}\right)^2}\right]. \quad (1)$$

путем подключения конденсаторов из батареи в блоке КРМ (рис.1) с помощью оптосимисторов, в т.ч. для 3-х фазной сети (рис. 2) [7].

Рис. 1. Блок КРМ

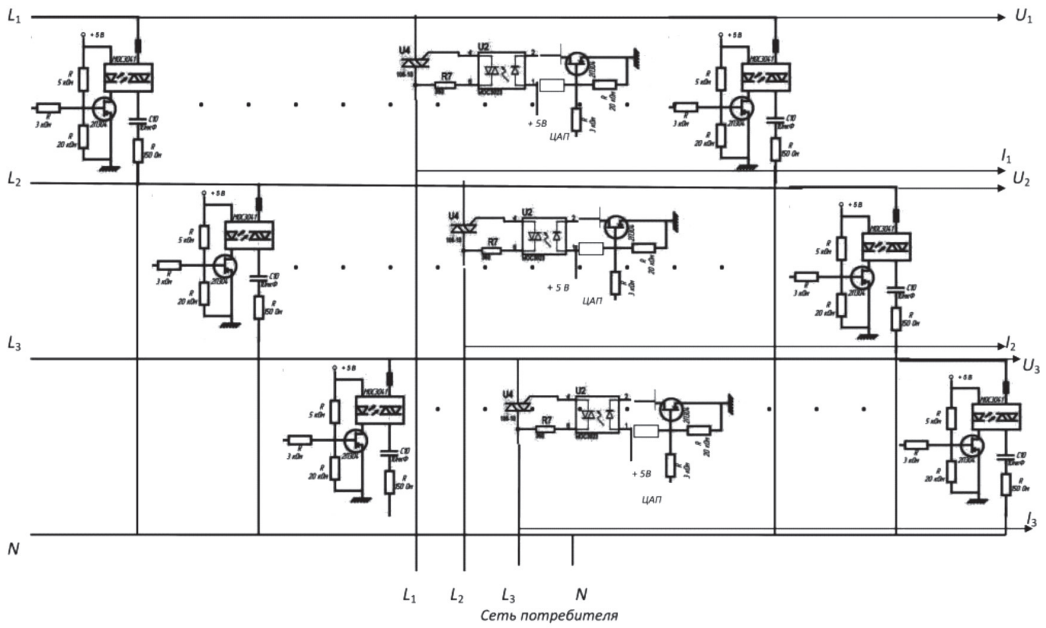


Рис. 2. Принципиальная схема блока КРМ для трехфазной сети

При этом, если в такой электросчетчик устанавливаются датчики дыма, температуры и газов, которые сопрягаются с аспирационной системой (рис.3), то получаем извещатель раннего обнаружения загорания и утечки газа [6–8].

в библиотеках и на других объектах, и от которого не повреждаются ни электроприборы, ни книги, ни мебель, ни декоративные и отделочные материалы и вещи, а также соседние с пожаром помещения и предметы быта в них, и самое главное – азот не вреден

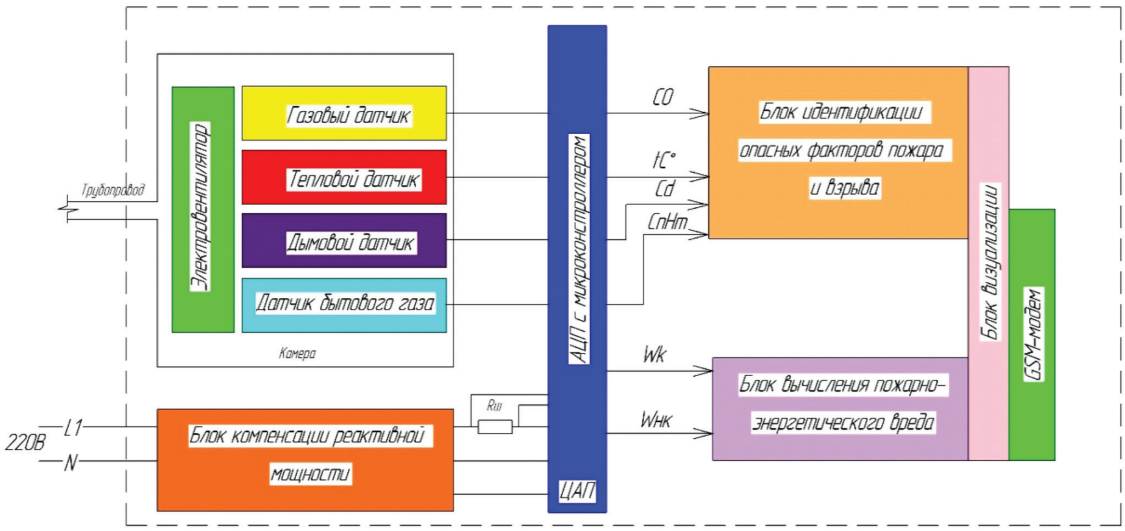


Рис. 3. Блок-схема электро-газо-счетчика–извещателя (ЭГСИ) с КРМ

Исследования показали [1,3–7], что газообразный азот, введенный на ранней стадии в зону загорания с одновременным отключением электрооборудования, может подавить источник загорания и предотвратить распространение огня. И наименьший ущерб при тушении пожаров наносит именно газообразный азот, который давно применяется для объемного тушения пожаров

для человека, в отличие от других огнетушащих составов.

Таким образом, возникает идея объединить ЭГСИ с КРМ с генератором азота, который при возникновении загорания подключается к аспирационной системе (рис. 4) и предотвращает пожар, путем подачи азота в защищаемые помещения.

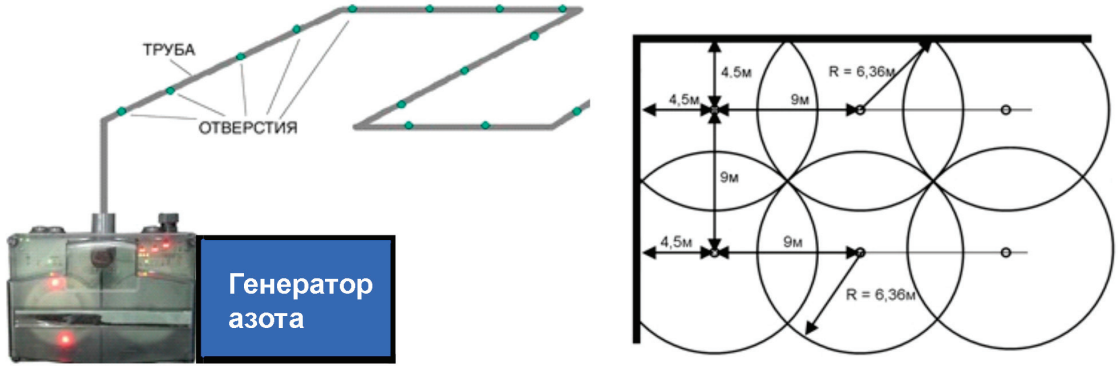


Рис. 4. Блок-схема ЭГСИ КРМ с аспирационной системой и генератором азота

В качестве генератора азота в многоквартирных высотных жилых домах, в соответствии с СП 5.13130 «Системы пожарной сигнализации и установки пожаротушения автоматические, автономные», целесообразно использовать нанотехнологию мембранной сепарации азота из окружающего воздуха. Эта нанотехнология хорошо известна и широко используется, в т. ч. за рубежом, представляя собой кнудсеновскую диффузию, в соответствии с которой компоненты разделяемой смеси проникают через поры мембраны с различными скоростями, в связи с чем, коэффициент разделения смеси зависит от молекулярных масс [9]:

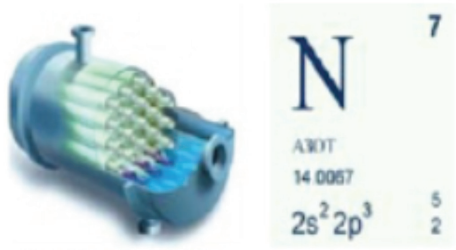
$$K_P = \frac{n_1}{n_2} = -\left(\frac{M_2}{M_1}\right)^{0,5}, \qquad (2)$$

где n_1 и n_2 – числа молей компонентов соответственно, с молекулярными массами M_2 и M_1.

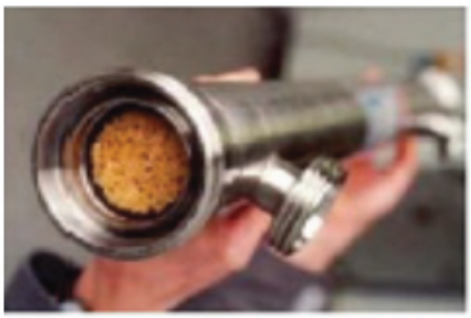
Азотная мембрана представляет собой тонкую трубку толщиной в несколько долей микрометра, обеспечивающую газоразделение (рис. 5 «а»). Сотни метров таких трубок размещаются в мембранных модулях (рис. 5 «б»), которые собираются в компактную установку с соответствующим компрессором (рис. 5 «в»).

В многоквартирных высотных жилых домах такую установку целесообразно установить в подвале или на техническом этаже [10], с разводкой «азотного» и «кислородного» трубопроводов параллельно с трубами тепло-водо-снабжения и водоотведения (рис. 5 «г»).

а



б



в

г

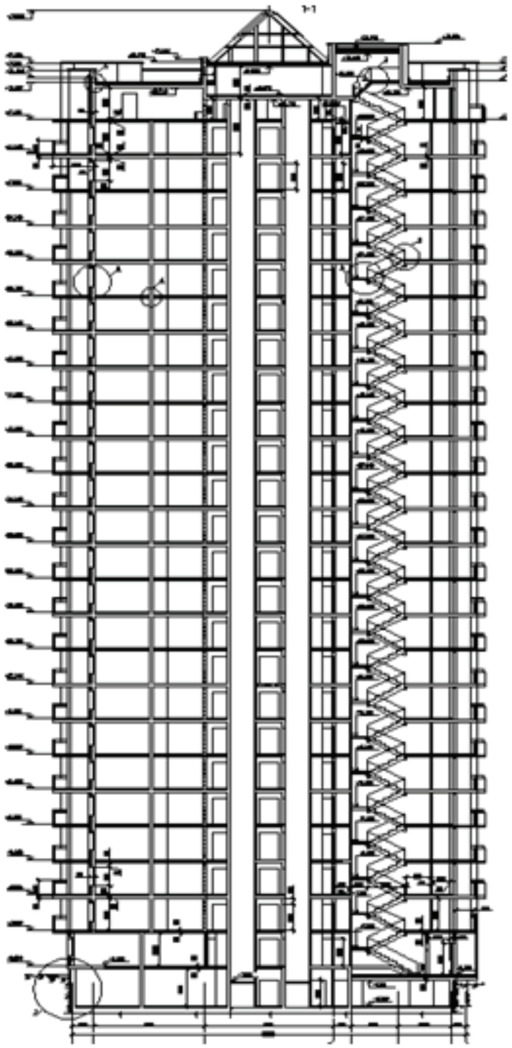


Рис. 5. Мембранные нанотехнологии:
а – мембрана; б – модуль; в – установка; г – разрез «высотки»

Таким образом, внедрение предлагаемых решений комплексирования ЭГСИ с КРМ и блоком сепарации, подключаемых к мембранной азотной установке, превращает их в микросистему противопожарной защиты многоквартирных высотных жилых домов, в которых достигается требуемая вероятность безопасности их жильцов [10, 11].

Список литературы

1. Белозеров В.В., Голованев В.А., Периков А.В., Модель автоматизированной системы противопожарной защиты высотных зданий //VIII Международная студенческая электронная научная конференции «Студенческий научный форум 2016» – URL: http://www.scienceforum.ru/2016/1963/25023 (дата обращения 02.02.2018)

2. ГОСТ 12.1.004–91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования – М.: Стандартинформ, 2006. – 68 с.

3. Белозеров В.В., Топольский Н.Г., Смелков Г.И. Вероятностно-физический метод определения пожарной опасности радиоэлектронной аппаратуры // Научно-техническое обеспечение противопожарных и аварийно-спасательных работ: Материалы XII Всероссийской науч.-практ.конф.- М.: ВНИИПО, 1993, с.23–27.

4. Богуславский Е.И., Белозеров В.В., Богуславский, Н.Е. Прогнозирование, анализ и оценка пожарной безопасности: Уч. пособие / под ред. проф. Е.И. Богуславского. – Ростов н/Д: РГСУ, 2004. – 151 с.

5. Мелентьев В.С., Баскаков В.С., Шутов В.С. Способ определения коэффициента мощности // А.С. SU № 1679401 A1, G 01R21/00 от 18.07.1989.

6. . Шумченко В.С. Автоматическое обнаружение и подавление пожарно-электрического вреда в жилом секторе // Студенческий научный форум-2017: IX Межд. студ. науч. конф. [Электронный ресурс] – URL: http://www.scienceforum.ru/2017/2312/27296 (дата обращения 02.02.2018) .

7. Синергетика безопасности жизнедеятельности в жилом секторе: монография / В.В. Белозеров, Т.Б. Долаков, С.Н. Олейников, А.В. Периков. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. – 184 с. DOI 10.17513/np.283.

8. Олейников С.Н. Электросчетчик-извещатель пожарно-электрического вреда – патент РФ на полезную модель № 135437 от 16.04.2013.

9. Ворошилов И.В., Мальцев Г.И., Кошаков А. Ю. Генератор азота – патент РФ на изобретение № 2450857 от 20.05.2012.

10. Бахмацкая Л. С., Олейников С.Н., Периков А.В. Синтез аспирационного и термомагнитного методов выделения и подавления пожарно-энергетического вреда в автоматизированную систему обеспечения безопасности жилого сектора // Электроника и электротехника. – 2016. – № 2. – С. 88–95; DOI: 10.7256/2453–8884.2016.2.20898.

11. Новые технологии и материалы в производстве и строительстве: вопросы проектирования, разработки и внедрения / В.В. Белозеров, С.Н. Олейников и др. – М.: Изд-во «Перо», 2012. – 123 с.

УДК 620.193:54.084

МЕТОД АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЯ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛОВ

Руйон Г.Б.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, e-mail: verywery@mail.ru

В настоящей статье представлены метод испытания коррозионной стойкости материалов, способы расчета основных величин определяющих коррозионную стойкость металла и модель автоматизации оценки результатов испытания. Модель автоматизации реализована с помощью специализированной интерактивной среды для программирования, численных расчетов и визуализации результатов, позволяющей применять модельно-ориентированный подход при разработке систем управления. Проведено испытание образцов железа на коррозионную стойкость. Результаты посчитаны с помощью построенной модели автоматизации оценки результатов испытания. С целью повышения достоверности эксплуатационной устойчивости материала, рассмотрена возможность исследования материалов и образцов перед процедурой корродирования с помощью нового, уникального, не имеющего аналогов в мире технологического оборудования, позволяющего в течении нескольких циклов сформировать подходящий термобароцикл исследуемого материала.

Ключевые слова: коррозия, металл, стойкость металла, автоматизация, модель, надежность

AUTOMATING METAL CORROSION TESTING METHOD

Ruyon G.B.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: verywery@mail.ru

The article presents a corrosion testing method of materials, measuring methods of the main parameters defining metal corrosion-resistance, and a model of automated parameter screening technique for metal corrosion-resistance tests. The model has been created with a specialized program that consists of an environment tuned for iterative analysis and design processes, and provides an interactive, graphical environment for modeling, and simulating of dynamic or varying systems. In the article are brought up the results of a performed corrosion testing. The processing of the results was done using the created model. In order to rise material stability and sustainability to operational conditions and requirement, the possibility of examining the thermobaric characteristic of the material samples on a new technological installation is considered.

Keywords: corrosion, metal, metal resistance, automatization, model, reliability

Современные технологии, уровень глобализации и темпы роста экономики заставляют строить более высокие, массивные, тяжелые конструкции и сооружения. Мегаполисы расширяются, охватываются новые территории включая территории с неблагоприятными, сложными и экстремальными погодными условиями. Обеспечение надежности, работоспособности, ремонтопригодности и безопасности изделий, деталей, конструкций и сооружений является важным направлением в любой отросли. Данные факторы определяют актуальность исследования коррозионной стойкости металлов, т.к. они являются основой в строительстве любых комплексов, зданий и машин, от эксплуатации которых зависит безопасность и жизнедеятельность населения [1, 2].

Проблема расхождения результатов ускоренных испытаний изделий на коррозионную стойкость и результатов во время эксплуатации изделий при реальных условиях по-прежнему существует. Это происходит из-за сложности оценки процессов пассивации и растворения, протекающих на поверхности металлических покрытий. Для решения данной проблемы необходима автоматизация процесса оценки и обработки результатов.

Коррозия – это самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. Термин коррозии относится только к металлам и их сплавам. Для полимеров применительно определение «старение» аналогичное термину «коррозия» для металлов. Процесс коррозии – химический процесс, скорость которого сильно зависит от температурных условий [3]. По типу, коррозия делится на 4 вида: электрохимическая, водородная, кислородная и химическая коррозия. Электрохимическая коррозия – наиболее распространенный вид коррозии металлов, это разрушение металла в среде электролита с возникновением внутри системы электрического тока. Водородная коррозия – повреждение стали и ее охрупчивание под влиянием длительного воздействия водородной среды при повышенных температурах (200°С). Химическая коррозия – это процесс разрушения

металла, вследствие взаимодействия металла и коррозионной среды без образования или воздействия электрического тока. Одновременно окисляется металл и идет восстановление коррозионной среды. Причиной возникновения коррозии является термодинамическая неустойчивость металлов. Они способны самопроизвольно переходить в более устойчивое состояние в результате соединения металла с окислительным компонентом среды. При этом, термодинамический потенциал системы уменьшится. Если изобарно-изотермический потенциал $\Delta G > 0$ коррозия невозможна, $\Delta G < 0$ коррозия возможна, $\Delta G = 0$ система находится в равновесии.

Далее будет рассмотрен весовой метод проведения испытаний на коррозионную стойкость металлов. Для более эффективных испытаний, необходимо создать и применить модель или метод автоматизации оценки результатов испытаний, которые сократят время проведения испытаний и повысят их точность. Весовой метод заключается во взвешивании образцов до и после воздействия агрессивной среды. Образцы взвешиваются на весах с большой точностью, далее подвергаются воздействию агрессивной среды на определённый промежуток времени t. Показатель коррозии по потере веса в г/м^2·ч находится следующим образом: разность веса образца до и после испытания относится к общей площади поверхности образца (в м^2) и одному часу испытания. Этот показатель называют скоростью коррозии металла (j).

$$j = \Delta(m/t)S.$$

Скорость коррозии пересчитывают на потерю веса в г/м^2·год. Скорость проникания коррозии (Y) в мм/год определяют по формуле

$$Y = (j/\delta)10^{-3},$$

где δ – плотность металла, г/см^3.

Полученные результаты сравнивают с данными ГОСТа. По ГОСТ 13819-68 оценку коррозионной стойкости черных и цветных металлов, а также их сплавов при условии их равномерной коррозии проводят по десятибалльной шкале коррозионной стойкости.

В случае добавления ингибитора, защитное действие ингибитора оценивают коэффициентом торможения (K) и степенью защиты (Z).

$$K = j/j_i,$$

где j и j_i – скорость коррозии без и с применением ингибитора).

$$Z = (1 - 1/K)100\,\%.$$

Значение эффективной энергии активации процесса коррозии W определяют на основе температурной зависимости:

$$W = -2{,}3R\mathrm{tg}\alpha;$$

tgα – угловой коэффициент зависимости lg$j$–1/T, R=8,31 Дж/моль К, R – универсальная газовая постоянная.

Для построения модели автоматизации оценки результатов испытаний необходимо прибегнуть к предмету и средствам «автоматизации производственных процессов». Автоматизация производственных процессов есть совокупность мероприятий по разработке технологических процессов, созданию и внедрению высокопроизводительных автоматически действующих средств производства, обеспечивающих непрерывный рост производительности труда, а также созданию и применению автоматизированных комплексов исследований и испытаний материалов и изделий из них [1]. Автоматизированная система управления технологическим процессом – это комбинированная (полуавтоматическая) система управления, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с принятым критерием. Создать модель и написать программу автоматизации оценки результатов испытания можно с помощью следующих программ: MATLAB – высокоуровневый язык и интерактивная среда для программирования, численных расчетов и визуализации результатов и SIMULINK.

При подготовке образца к испытанию, перед процедурой корродирования, существует возможность термобароциклирования образца в БЭТА-анализаторе. Метод термобароциклирования позволяет в течение нескольких циклов сформировать адаптивный термобароцикл испытания любого материала с квазиизотермическими и квазиизобарическими участками в окрестностях особых точек его фазовых состояний (плавления, испарения и т.д.). Баро-электро-термо-акустический (БЭТА) анализатор -это разработка, поданная Донским государственным техническим университетом на конкурс 2012 года № 2012–220–03–247, в которой под руководством д.ф.-м.н. Заворотнева Ю.Д. из Донецкого физико-технического института НАН Укра-

ины, предлагалось создать баро-электро-термо-акустический (БЭТА) анализатор и лабораторию мирового уровня на базе ДГТУ.

Проведем испытание на коррозионную стойкость 6 одинаковых образцов железа площадью 1,25 см^2 каждый. 3 образца будут погружены в 1 молярный раствор серной кислоты (плотность 1,06). Другие 3 образца будут погружены в раствор серной кислоты с добавлением ингибитора (0,01 молярный раствор органического вещества в растворе кислоты). Испытание проводится 24 часа при комнатной температуре. Образцы были взвешены до и после испытания. Результаты приведены в табл. 1.

Далее данные вносим в среду для численных расчетов и визуализации результатов-MATLAB.

Значения основных величин, определяющих коррозию автоматически посчитаны в программе. Скорость коррозии j = 0,3242; скорость коррозии в среде с ингибитором j_i = 0,0666; коэффициент торможения коррозии ингибитором K=4,8667; степень защиты Z = 79 %.

Модель автоматизации оценки результатов построим с помощью графической среды имитационного моделирования Simulink. Интерактивная среда Simulink позволяет применять развитый модельно-ориентированный подход при разработке систем управления. Дополнительные пакеты расширения Simulink позволяют решать весь процесс от создания модели до тестирования, проверки и аппаратной реализации.

Данные испытания

Состав раствора	№ образца	m_1, г	m_2, г
1M H_2S0_4	1	0,0884	0,0710
	2	0,0835	0,0620
	3	0,0875	0,0680
0,01M р-р инг.	4	0,1024	0,0982
	5	0,0999	0,0936
	6	0,0785	0,0770

```
>> m1=0.0884;
>> m12=0.0835;
>> m13=0.0875;
>> m2=0.0710;
>> m22=0.0620;
>> m23=0.0680;
>> mi1=0.1024;
>> mi12=0.0999;
>> mi13=0.0785;
>> mi2=0.0982;
>> mi21=0.0936;
>> mi23=0.0770;
>> dm1=m1-m2;
>> dm2=m12-m22;
>> dm3=m13-m23;
>> dmi1=mi1-mi2;
>> dmi2=mi12-mi21;
>> dmi3=mi13-mi23;
>> dm=(dm1+dm2+dm3)/3;
>> dmi=(dmi1+dmi2+dmi3)/3;
>> t=1/365;
>> s=0.000125;
>> j=(dm/t*s)*365
>> j=(dm/t*s)*365

j =

    0.3242

>> ji=(dmi/t*s)*365

ji =

    0.0666

>> k=j/ji

k =

    4.8667

>> z=(1-(1/k))*100

z =

   79.4521
```

Рис. 1. Ввод данных и вывод результатов

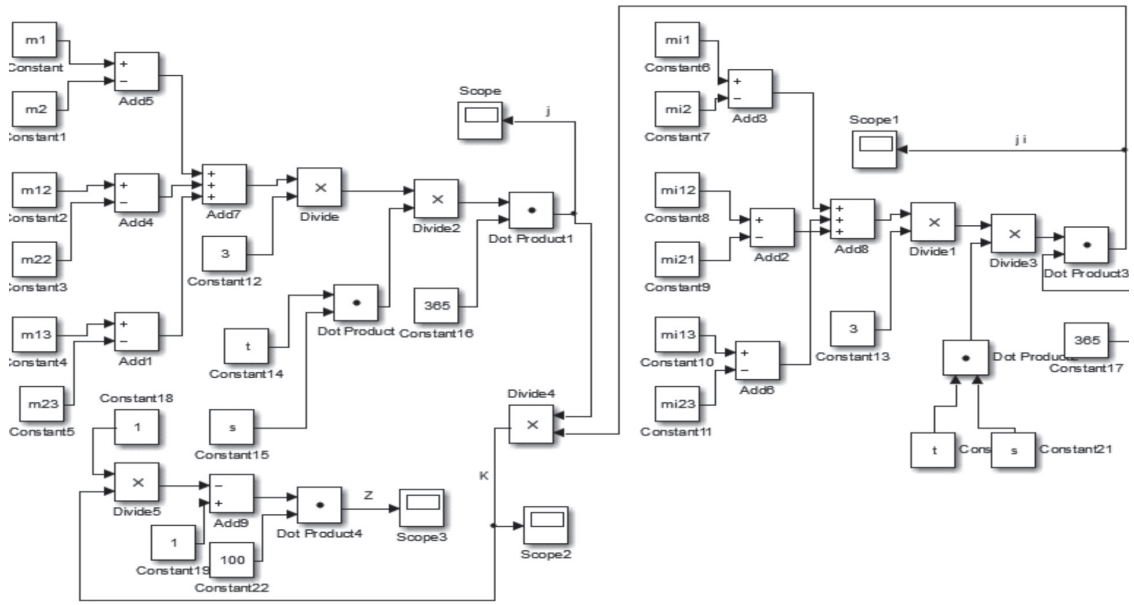


Рис. 2. Модель автоматизации

Построенная модель автоматизации процесса обработки результатов повышает эффективность испытаний. Модель позволяет уменьшить расхождения результатов испытаний с результатами при реальных условиях эксплуатации, сокращает время проведения испытаний, повышает точность испытаний. Так же, модель позволяет работать с большим количеством испытуемых образцов. Перечисленные достоинства способствуют увеличению надежности будущих конструкций, построенных из испытуемых материалов.

Список литературы

1. Белозеров В.В. Синергетика безопасной жизнедеятельности: монография. – Ростов н/Д: Изд. центр ЮФУ, 2015. – 420 с.

2. Белозеров В.В., Босый С.И. Диагностика прочности, долговечности и безопасности конструкционных материалов с помощью нового параметра – термобаростойкости // Современные наукоемкие технологии». – 2008. – №2. – С. 116–118.

3. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии / Под ред. И.В. Семеновой – М.: Физматлит, 2002. – 336 с.

УДК 681.518.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНОГО CUO В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕРМООБРАБОТКИ ЕГО ПРЕКУРСОРА

Саломатина А.И.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: salomatina-a97@mail.ru

В данной работе рассматриваются возможные методы синтеза наночастиц оксида меди (II). В отличие от обычной структуры оксидов переходных металлов с кристаллической решеткой, кристаллическая структура CuO является моноклинной, у которой атом меди окружён четырьмя атомами кислорода и имеет искажённую плоскую квадратную конфигурацию. Оксид меди (II), полупроводник р-типа с энергией запрещенной зоны от 1,2 В до 2,1 эВ, очень привлекателен, как фотоэлектрод в фотоэлектрохимических элементах и фотокатализатор. По сравнению с TiO_2 основным преимуществом является то, что CuO может поглотить всю видимую область, интенсивно исследуется для осуществления преобразования солнечной энергии в электрическую. Синтез данного продукта занимает достаточно продолжительное время, поэтому актуальным представляется автоматизировать данный процесс, что сократит время термообработки прекурсора оксида меди (II) и позволит установить причины «потери» массы и его точный состав.

Ключевые слова: нанотехнологии, прекурсор, оксид меди, наночастицы, термообработка, синтез, фотокатализаторы, бароэлектротермоакустический анализ, автоматизация

AUTOMATION OF CONTROL OF PRODUCTION OF PHOTO-CATALYTICALLY ACTIVE CUO AS A RESULT OF THERMO-PROCESSING OF ITS PRECURSOR

Salomatina A.I.

Don state technical University, Rostov-on-Don, e-mail: salomatina-a97@mail.ru

In this paper, we consider possible methods for the synthesis of copper (II) oxide nanoparticles. Unlike the conventional structure of transition metal oxide crystals with a crystal lattice, the crystal structure of CuO is monoclinic, in which the copper atom is surrounded by four oxygen atoms and has a distorted flat square configuration. Copper oxide (II), a p-type semiconductor with a band gap energy from 1.2 V to 2.1 eV, is very attractive, as a photoelectrode in photoelectrochemical elements and a photocatalyst. Compared with TiO_2, the main advantage is that CuO can absorb the entire visible region, it is intensively studied to convert the solar energy into electrical energy. Synthesis of this product takes quite a long time, so it is important to automate this process, which will shorten the heat treatment time of the copper (II) oxide precursor and allow to establish the causes of the «loss» of the mass and its exact composition.

Keywords: nanotechnology, precursor, copper oxide, nanoparticles, heat treatment, synthesis, photocatalysts, baroelectrothermoacoustic analysis, automation

В современном мире нанотехнологии позволяют разрабатывать практичные покрытия наружных поверхностей, которые характеризуются как «умные» защитные материалы. Перспективным для использования представляется материал, который имеет относительно низкую стоимость по сравнению с уже существующими аналогами и, соответственно, доступность. Одним из развивающихся направлений нанотехнологий в данной области является создание материалов для катализа.

Актуальным является модификация поверхности оксидов металлов, что в свою очередь может привести к усилению фотокаталитической активности данного материала. В настоящее время налажено производство устройств и изделий, использующих принцип фотокатализа. Например, получили распространение фотокаталитические бытовые и промышленные очистители воздуха, антибактериальные фильтры, незапотевающие стекла и самоочищающиеся покрытия для наружной отделки городских зданий и автодорожной инфраструктуры, а также ученые работают над разработкой «умной» перезаписывающейся бумаги [1].

Фотокаталитически активные материалы инициируют реакции полного разложения органических загрязнителей (до углекислого газа и воды) под действием ультрафиолетового излучения или даже видимого света, не требуя применения дополнительных реагентов [2], что способствует улучшению условий окружающей среды.

В настоящее время наиболее распространенным и изученным полупроводниковым материалом для фотокатализа является диоксид титана. Однако основным недостатком его является большая ширина запрещенной зоны (около 3,0 – 3,2 эВ), что приводит к поглощению только 5% солнечного света, это свидетельствует от том, что для эффективной работы данного материала

требуется применение дополнительных источников ультрафиолетового излучения, что понижает экономическую эффективность.

Перспективным представляется материал, имеющий относительно низкую стоимость, доступность, прост в получении и является подходящей альтернативой наночастицам диоксида титана, например, нанокомпозиты на основе оксида меди (II). Конкурентными преимуществами наночастиц оксида меди как эффективного фотокатализатора являются важные функциональные свойства [3]: высокая активность в окислительно-восстановительных реакциях, не токсичность, а также он экономически выгоден. Кроме того, по сравнению с TiO_2 основным преимуществом является то, что CuO может поглотить всю видимую область (ширина запрещенной зоны около 1,2 эВ), что расширяет область работоспособности данного материала [4].

Фотокаталитические свойства ярче всего выражены у наночастиц оксида меди пластинчатой формы. Однако в настоящее время для получения наночастиц оксида меди указанной морфологии применяют дорогостоящие гидротермальные или электрохимические методы. По этой причине существует потребность в поиске новых экономически и энергоэффективных технологий, получения фотокаталитически активных наночастиц оксида меди и композитов на его основе.

Основным способом получения основного оксида меди (II) является термическое разложение твердого нитрата меди $Cu(NO_3)_2$ (как безводной соли, так и различных кристаллогидратов), которое проводят в токе воздуха при температурах от 200 до 700ºС [5]. В случае нанесения каталитически активного слоя на другие оксидные материалы, одним из самых распространенных способов является метод пропитки, который заключается в том, что подложку или гранулы одного из компонентов пропитывают концентрированным водным раствором неорганической соли каталитически активного компонента, затем сушат с последующим прокаливанием [6,7].

Известно, что применение микроволновой энергии во время гидротермического процесса для синтеза наноструктуры CuO стало важной темой в научном сообществе из-за его низкого энергопотребления, быстрого нагрева и кинетики кристаллизации [8]. Использование гидротермальной СВЧ для синтеза наноструктурных слоев CuO до малого диаметра при небольшом промежутке времени отжига с высоким выходом, по сравнению с обычным гидротермальным процессом, является перспективным [9].

Более эффективным методом можно назвать осаждение гидроксидов или основных солей из водных растворов солей. При осаждении используют такие реагенты как соду или гидроксид натрия (калия), а также концентрированный раствор гидроксида аммония, которые берутся в избытке. Метод химического соосаждения используют для синтеза сложных двух- и трехмерных наноструктур CuO [10].

Отличительной чертой метода является то, что получаемый в результате оксид меди часто сохраняет морфологические особенности прокаливаемого прекурсора. Преимуществами данного метода синтеза являются относительно низкая температура процесса, отсутствие трудоемких и малоэффективных операций промывки и фильтрования конечных продуктов, регулируемая дисперсность и высокая чистота получаемых порошков [11].

В целях усовершенствования метода актуальным является автоматизация процесса термической обработки прекурсора. В ходе термообработки прекурсора значительная часть массы теряется, а нестабильность поддержания температуры в муфельной печи не позволяет обеспечить процесс прокаливания исследуемого объекта при постоянной температуре. Перспективным представляется метод бароэлектротермоакустического анализа и автоматизированная система диагностики и испытаний (АСДИ) веществ и материалов в условиях эксплуатации. С помощью данного метода можно осуществлять термобарогравиметрию (ТБГ) – реализуемую магнитометрическими весами WZA- 224CW (фирмы Sartorius) со встроенной поверочной гирей 200 г., управляемые компьютером, позволяющими провести их поверку с восстановлением массы тары (тигля- термоэлектродилатометра на термоакустическом шток-волноводе – ТЭД ТАШВ) в любой 6 момент времени (что особенно важно при изменениях давления), с разрешающей способностью измерения массы образца (до 50 г.) – m в 10 мкг., а в режиме двойной точности – дифференциальную термобарогравиметрию (ДТБГ) с разрешающей способностью dm – до 1 мкг/с [12].

Систематические исследования экспериментальных параметров показывают, что источник Cu, температура реакции, время реакции и поверхностно-активное вещество вместе с величиной pH раствора прекурсора влияют на морфологию, рост и размеры

получаемых наносчастиц CuO [13-16], что в свою очередь значительно влияет на фотокаталитические свойства полученного продукта. Автоматизированный метод термической обработки значительно упрощает метод получения CuO и увеличивает качество продукта за счёт надёжного и достаточно точного метода получения.

Список литературы

1. Обучаемся.com. [Электронный ресурс]. – URL: http://obuchaemsja.com/it-news/bumaga-budushhego-ne-trebuyushhaya-chernil/. (дата обращения 29.03.2017).

2. Sun S., Zhang X., Zhang J., Wang L., Song X,. Yang Z. Surfactant-free CuO mesocrystals with controllable dimensions: green ordered-aggregation-driven synthesis, formation mechanism and their photochemical performances. CrystEngComm 2013. http://dx.doi.org/10.1039/C2CE26216A.

3. Liu, X., Li, Z., Zhao, C., Zhao, W., Yang, J., Wang, Y., & Li, F. (2014). Facile synthesis of core–shell CuO/Ag nanowires with enhanced photocatalytic and enhancement in photocurrent. Journal of colloid and interface science, 419, 9-16.

4. Kamat P.V. et al. Beyond photovoltaics: semiconductor nanoarchitectures for liquid-junction solar cells // Chemical reviews. – 2010. – Т. 110. – №. 11. – С. 6664-6688.

5. Zhu J. et al. CuO nanocrystals with controllable shapes grown from solution without any surfactants // Materials Chemistry and Physics. – 2008. – Т. 109. – №. 1. – С. 34-38.

6. Moon W.J. The CO and H_2 gas selectivity of CuO-doped SnO_2-ZnO composite gas sensor / W.J. Moon, J.H. Yu, G.M. Choi // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2002. – V.87. – Iss.3. – P. 464-470.

7. Ling, Z. Heterojunction gas sensors for environmental NO2 and CO_2 monitoring / Z. Ling, C. Leach, R. Freer // Journal of the European Ceramic Society. – 2001. – V.21. – Iss.10-11. – P.1977-1980.

8. Volanti D.P. et al. Efficient microwave-assisted hydrothermal synthesis of CuO sea urchin-like architectures via a mesoscale self-assembly // CrystEngComm. – 2010. – Т. 12. – №. 6. – С. 1696-1699.

9. Volanti D.P. et al. Synthesis and characterization of CuO flower-nanostructure processing by a domestic hydrothermal microwave // Journal of Alloys and Compounds. – 2008. – Т. 459. – №. 1. – С. 537-542.

10. Keyson D. et al. CuO urchin-nanostructures synthesized from a domestic hydrothermal microwave method // Materials Research Bulletin. – 2008. – Т. 43. – №. 3. – С. 771-775.

11. Zhuang Z., Peng Q., Li Y. Controlled synthesis of semiconductor nanostructures in the liquid phase // Chemical Society Reviews. – 2011. – Т. 40. – №. 11. – С. 5492-5513.

12. Белозеров В.В., Кальченко И.Е., Прус Ю.В. Модель интернет-системы термоэлектроакустической диагностики материалов и огнезащитных покрытий // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №. 1.

13. Singh D.P., Ali N. Synthesis of TiO2 and CuO nanotubes and nanowires //Science of Advanced Materials. – 2010. – Т. 2. – №. 3. – С. 295-335.

14. Yang C. et al. Gas sensing properties of CuO nanorods synthesized by a microwave-assisted hydrothermal method // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2011. – Т. 158. – №. 1. – С. 299-303.

15. Lu Y. et al. Facile synthesis of graphene-like copper oxide nanofilms with enhanced electrochemical and photocatalytic properties in energy and environmental applications //ACS applied materials & interfaces. – 2015. – Т. 7. – №. 18. – С. 9682-9690.

16. Xu X., Yang H., Liu Y. Self-assembled structures of CuO primary crystals synthesized from Cu $(CH_3COO)_2$–NaOH aqueous systems // CrystEngComm. – 2012. – Т. 14. – №. 16. – С. 5289-5298.

УДК 62-529

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДОСТАВКИ ИНСУЛИНА В КРОВЬ

Скакодуб А.В., Каевский А.И.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,
e-mail: isasha6613@gmail.ru, anastasyasb33@gmail.com

В данной работе рассматриваются решение проблемы автоматизации измерений газов и жидкостей в крови, а так же доставки лекарств, напрямую в кровь, а так же текущие достижения и проблемы подкожных датчиков, которые и рассматриваются как решение проблемы. За последние три десятилетия появился большой интерес к разработке подкожных датчиков, которые могут обеспечивать измерения газов в крови в реальном времени (кислород, углекислый газ и pH), глюкозу/лактат, а так же потенциально другие аналитические анализы в крови госпитализированных пациентов. Однако образование сгустка с внутрисосудистыми датчиками и реакция внешнего тела на датчики, имплантированные подкожно, могут вызывать неточные аналитические результаты. Кроме того, риск бактериальной инфекции от любого датчика, имплантированного в организм человека, является еще одной серьезной проблемой.

Ключевые слова: нанотехнологии, датчик, доставка, анализ, автоматизация, имплантация

AUTOMATION OF THE PROCESS OF MEASURING THE QUALITY OF ENGINE OIL

Skakodub A.V., Kaevsky A.I.

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
e-mail: isasha6613@gmail.ru, anastasyasb33@gmail.com

In this paper, we consider the solution of the problem of automating the measurement of gases and liquids in the blood, as well as the delivery of drugs directly into the blood, as well as the current achievements and problems of the subcutaneous sensors, which are considered as a solution to the problem. Over the past three decades, there has been great interest in developing subcutaneous sensors that can provide real-time gas measurements in the blood (oxygen, carbon dioxide and pH), glucose / lactate, and potentially other analytic analyzes in the blood of hospitalized patients. However, the formation of a clot with intravascular sensors and the response of an external body to probes implanted subcutaneously can cause inaccurate analytical results. In addition, the risk of bacterial infection from any sensor implanted in the human body is another major problem.

Keywords: nanotechnology, sensor, delivery, analysis, automation, implantation

Актуальной на сегодняшний день является разработка, которая дает реальную возможность с помощью незаметного электронного устройства прослеживать состояние организма.

Рассмотрим на примере заболевания – диабета.

Диабет – заболевание эндокринной системы, возникающая в тех случаях, когда поджелудочная железа не вырабатывает достаточно инсулина или, когда организм не может эффективно использовать полученный им инсулин. Инсулин – гормон, который регулирует количество сахара в крови[1]. Пациентам с диабетом рекомендуется ежедневно проверять уровень глюкозы в крови, и периодически делать снимки инсулина для непрерывного контроля анализа крови[2]. Люди с этим заболеванием сталкиваются с множеством неудобств с отслеживанием уровня глюкозы, связанные с проблемой постоянного и удобного способа измерения уровня глюкозы в крови.

Для решения проблемы автоматического контроля глюкозы необходимо использовать датчики, которые способны непрерывно измерять уровень глюкозы 24 часа, даже в то время когда пациент спит. Система должна отображать значение через определенные промежутки времени и выдавать результат, а при превышении порогового уровня глюкозы, сигнализировать об этом пациенту. Кроме того, отчеты тенденции колебаний уровня глюкозы должны иметь возможность быть загружены на компьютер. Система должна быть доступна для любого пациента с диабетом (оба типа 1 и типа 2 больных), а также специалистам в области здравоохранения.

Самый близкий вариант на рынке, на данный момент это Guardian RT.

Согласно проведенным исследованиям работа датчика и переносимость не вызвали никаких проблем, даже с кожей, и без потери контакта или поломки датчик работал. Только один пациент столкнулся с проблемой, потому что не удалось получить адекватную калибровку. Таким образом, 10 парных точек, исходящих от этого пациента, были исключены из анализа исследования. Средний уровень глюкозы в крови составил 154 ± 92 мг/л (8,56 ± 5,11 ммоль/л). Среднее снижение уровня глюкозы в крови 63 ± 63 мг / дл (3,5 ± 3,5 ммоль /л). В целом,

135 парных значений глюкозы были включены в анализ. Коэффициент корреляции между датчиком и уровнем глюкозы в крови составляли 0,957. Средняя абсолютная разница между парными значениями согласно анализу Бланда-Альтмана составляло 10 ± 31 мг /л (0,56 ± 1,72 ммоль / л). Пример работы датчика в сравнении с эталонным анализом (рис. 2). Различие между уровнем глюкозы в крови между оценкой от Guardian RT и контрольной венозной крови (рис. 3) [3].

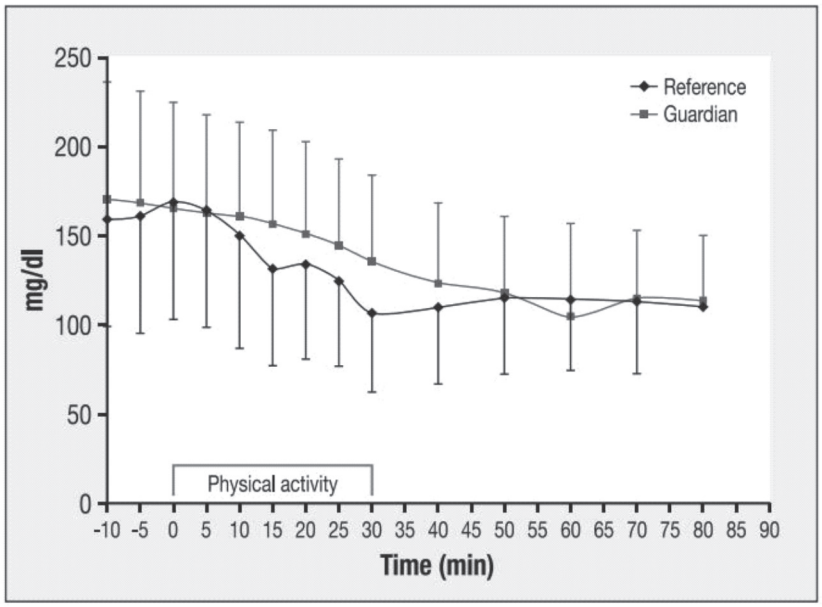


Рис. 1. Уровень глюкозы в крови у девяти пациентов с сахарным диабетом 1 типа непрерывная подкожная инсулиновая инфузия в течение 30 мин при высокой интенсивности нагрузки (На 15% выше индивидуального вентиляционного порога пациентов). Значения глюкозы были оценивали с использованием чувствительной системы Guardian® RT (розовая линия) и измерением глюкозы с использованием эталонного анализа (синяя линия) [3]

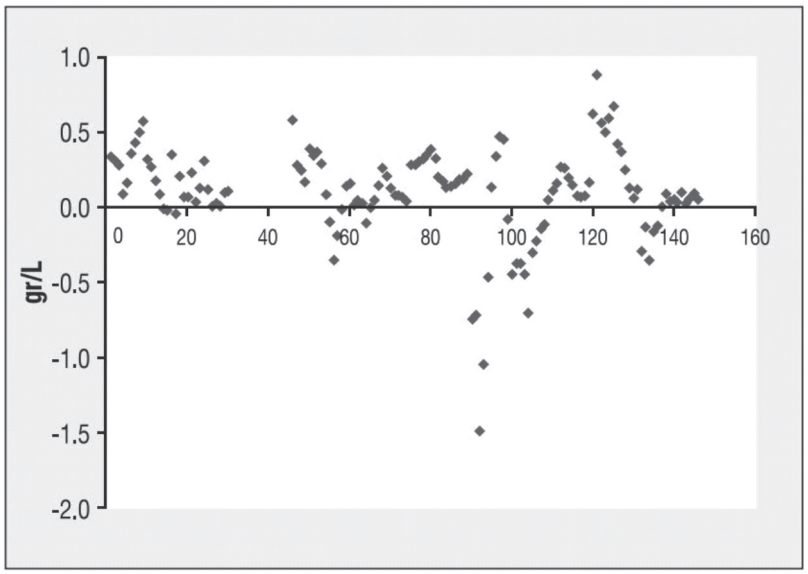


Рис. 2. Различия между уровнем глюкозы в крови оценки с помощью чувствительной системы Guardian® RT и контрольной венозной крови измерения уровня глюкозы у девяти пациентов с диабетом 1 типа [3]

Видно, что, глюкоза снижается во время интенсивных усилий, это можно отслеживать подкожным датчиком, хотя и с тенденцией к более высоким значениям глюкозы в датчике, чем контрольные значения. Такое отставание, видимо, связанно с быстрым затуханием уровня глюкозы в крови. С практической точки зрения, это означает, что пациент может рассмотреть информацию об уровне глюкозы, обеспечиваемую чувствительной системой, но требуется просмотреть абсолютное значение отображаемого уровня глюкозы ради осторожности. Если заданное значение установлено как порог для выключения «гипо», он должен учитывать наличие отставаний и поэтому считаться выше, чем предполагаемый предупреждающий сигнал для «истинных» уровней глюкозы в крови.

Однако это не все проблемы данной разработки, необходимо учитывать основной биологический ответ на имплантированные датчики в месте имплантации: кровь или подкожные ткани. Когда имплантируемый химический датчик находится в контакте с протекающей кровью, исходным биологическим ответом является почти мгновенная адсорбция белков плазмы (например, фибриноген, фибронектин, витронектин и фактор фон Виллебранда (vWF)) на поверхность инородного устройства, что приводит к адгезии, агрегации тромбоцитов, которые захватывают эритроциты и в конечном итоге образует (рис. 3). Такое биологическое обрастание на поверхности имплантируемых датчиков может ограничивать массовый перенос аналитов к чувствительной поверхности, что приводит к ухудшению качества работы датчика. Кроме того, метаболические активности поглощенных клетки, клетки потребляют кислород и глюкозу при производстве диоксида углерода, тем самым изменяя локальную концентрацию этих веществ, что приводит к неточным результатам [4].

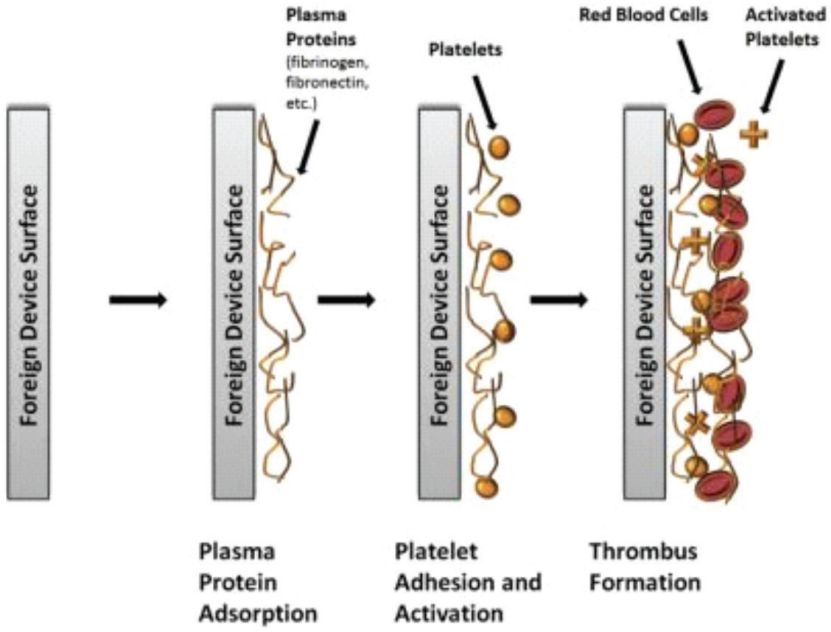


Рис. 1. Последовательный процесс, который в конечном итоге приводит к образованию тромбов на поверхности инородных тел [4]

Будущая интеграция датчиков под кожу сможет помочь с такими болезнями как Паркинсон.

Болезнь Паркинсона является неврологическим прогрессирующим заболеванием ЦНС, которое вызывает расстройство движения, прогрессирующая потеря мышечного контроля (тремор, дрожание рук), что требует четкого планирования принятия лекарств. Медикаментозное лечение позволяет улучшить состояние[5]. В этом случае происходит резкий рост уровня медикаментов в организме и постепенное последующее уменьшение концентрации. Пластырь, что расположен на коже, вводит серию небольших порций медикамента с дальнейшим контролем уровня концентрации. Время введения препарата определяет датчик, отслеживая тремор (дрожание) конечностей.

Так как устройство должно отслеживать тремор в течение долгого времени, при его создании использовался новый формат памяти − резистивная память с произвольным доступом, которая хранит информацию при помощи магнитных моментов, а не электрических зарядов. Новый формат может позволить производить тонкие устройства с низким энергопотреблением, что делает его идеальным для включения в носимую электронику.

Интеграция нового формата хранения данных с инновационной системой доставки лекарственного средства. Нижний слой пластыря покрыт наночастицами кремния, заполненными препаратами. В отличие от никотинового пластыря устройство поставляет лекарства в организм исключительно в случае необходимости. Маленький нагреватель в пластыре автоматически прогревает наночастицы, заставляя их выпускать лекарства в кожу. Датчик температуры предотвращает перегрев устройства и не позволяет ему вызвать ожоги[6].

Текущие разработки в области контроля уровня сахара в крови ещё ведутся, но даже в текущем виде разработки типа Guardian® RT способны существенно упростить жизнь людей с диабетом. Как и любые новейшие подкожные датчики в целом.

Список литературы

1. World Health Organization et al. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: report of a WHO consultation. Part 1, Diagnosis and classification of diabetes mellitus. – 1999.

2. Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus // New England journal of medicine. – 1993. – Т. 329. – №. 14. – С. 977–986.

3. Radermecker R.P. et al. Accuracy assessment of online glucose monitoring by a subcutaneous enzymatic glucose sensor during exercise in patients with type 1 diabetes treated by continuous subcutaneous insulin infusion // Diabetes & metabolism. – 2013. – Т. 39. – №. 3. – С. 258–262.

4. Cha K.H., Wang X., Meyerhoff M.E. Nitric oxide release for improving performance of implantable chemical sensors–A review // Applied Materials Today. – 2017. – Т. 9. – С. 589–597.

5. Gao L. et al. Epidermal photonic devices for quantitative imaging of temperature and thermal transport characteristics of the skin // Nature communications. – 2014. – Т. 5. – С. 4938.

6. Садоха К.А., Мазуренко Е.В. Болезнь Паркинсона: некоторые аспекты патогенеза и эффективное лечение // Медицинские новости. – 2012. – №. 10.

УДК 681.5.08

БАРО-ЭЛЕКТРО-ТЕРМО-АКУСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Стаценко Т.Г.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: TatianaStatasenko@yandex.ru

В данной статье рассмотрен метод ускоренного старения для прогнозирования сроков старения композитных материалов на основе графена. Графен, одноатомный слой графита, обладающий уникальной двумерной структурой, который обуславливает новые и отличные механические, тепловые и электрические свойства материала. Благодаря данным свойствам структуры графена, он рассматривается как важный компонент для создания различных функциональных композитных материалов. Для исследования сохранения уникальных свойств материала на долгое время рассмотрена возможность определения жизненного цикла материала с помощью баро-электро-термо-акустического анализа. Диагностика позволит выявить процессы нанодеструкции, протекающие в композиционных материалах не только с графеном, но и с иммобилизованным материалом на его поверхности. За 24 часа использования баро-электро-термо-акустического анализа синхронно вычисляются 38 параметров в режиме ускоренного старения, как за 24 года эксплуатации.

Ключевые слова: баро-электро-термо-акустический анализ, диагностика материалов, акустическая эмиссия, ИК Фурье-спектрометрия, цикл ускоренного старения материала, жизненный цикл материала, метод испытания материалов, графен, композиционные материалы на основе графена

BARO-ELECTRO-THERMO-ACOUSTIC ANALYSIS IN FORECASTING THE LIFE CYCLE OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON GRAPHENE

Statsenko T.G.

Don state technical University, Rostov-on-Don, e-mail: TatianaStatsenko@yandex.ru

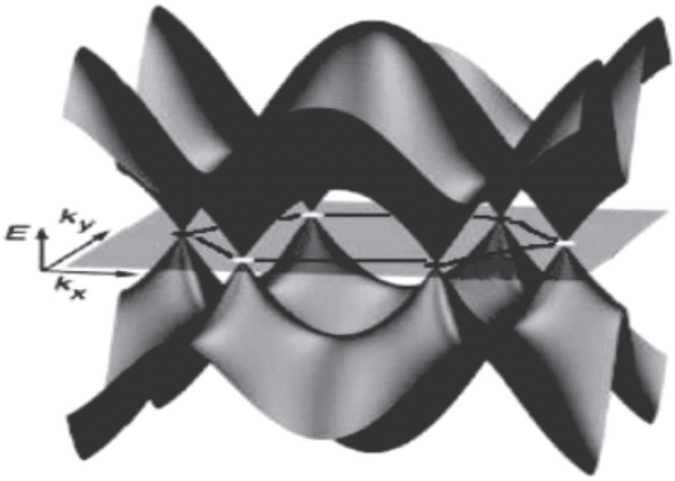
In this paper, we consider the accelerated aging method for predicting the aging of composite materials based on graphene. Graphene, a monoatomic graphite layer with a unique two-dimensional structure that causes new and excellent mechanical, thermal and electrical properties of the material. Due to these properties of the graphene structure, it is regarded as an important component for the creation of various functional composite materials. To study the preservation of unique properties of the material, the possibility of determining the life cycle of a material with the help of baro-electro-thermo-acoustic analysis has been considered for a long time. Diagnostics will reveal the processes of nanodestruction that occur in composite materials not only with graphene, but also with immobilized material on its surface. Within 24 hours of using the baro electro-thermo-acoustic analysis, 38 parameters in the accelerated aging regime are synchronously calculated, both for 24 years of operation.

Keywords: baro-electro-thermo-acoustic analysis, material diagnostics, acoustic emission, IR Fourier spectrometry, accelerated aging cycle of the material, material life cycle, material testing method, graphene, graphene-based composites

Стремительное развитие нанотехнологий, создание и использование наноматериалов в конструирование изделий, требуют решения ряда проблем, связанных с определением их долговечности, надежности и устойчивости физико-химических свойств.

Графен, двумерный монослой sp^2– связанных атомов углерода, привлекает все большее внимание в последние годы, главным образом из-за его необычайно высокой электрической и термальной проводимости, механической прочность и большой удельной площади поверхности. Графен очень прочен и гибок. Он уникален тем, что способен проявлять свойства как проводника, так и полупроводника. Высокая подвижность носителей заряда (максимальная подвижность электронов среди всех известных материалов) делает его перспективным материалом для использования в самых различных приложениях, в частности, как будущую основу наноэлектроники и возможную замену кремния в интегральных микросхемах [1].

С материаловедческой точки зрения однослойный графен – это не материал, а вещество; больше того, это отдельная молекула и, надо сказать, не самая большая из известных. С химической точки зрения однослойный графен – это полимер, причём всего одна молекула полимера с массой около одного пикограмма (рисунок) [2].



3D-зонная структура графена [3]

Взаимное влияние графена и металлосодержащих наночастиц может привести к созданию новых материалов, обладающих сверхновыми свойствами. Наночастицы металлов и их оксидов проявляют уникальные свойства, отличные от свойств массивных объектов. При уменьшении размера частиц изменяются тепловые, магнитные, адсорбционные, электрохимические и каталитические характеристики таких материалов, что связано с влиянием размерного фактора [4].

Одним из эффективных подходов в создании новых материалов является нанесение металлов и их оксидов на поверхность различных носителей, что позволяет создать большое число потенциальных центров каталитических, сорбционных и электрохимических реакций [6]. Композиты графена вызывают научный и промышленный интерес из-за возникновения максимума проводимости и активной способности к адсорбции на своей поверхности различные ноночастицы металлов и их оксидов [6].

Одна из ключевых областей в применении передовых методов в производстве материалов на основе графена, это сочетание структурных функций в встроенной электронике с экологической безопасностью.

При исследованиях и испытаниях надежности и долговечности материалов и изделий из них, обычно применяются термостаты, криостаты, термобарокамеры и способы термоциклирования и термобаронагружения в них соответственно, в т.ч. для их ускоренного «старения» [7].

Общепринятые решения проблем надежности и долговечности материалов и изделий из них становятся малоэффективными в случаях с нанометриалами, в связи с чем, требуются принципиально новые вероятностно – физические подходы к решению указанных проблем, т.е. новые методы и средства регистрации нано-, и микро, и макроизменения наноматериалов [8].

Представляется актуальными применение нового метода, синхронно-сопрягающего термический и акустико-эмиссионный анализ, а также создание автоматизированной установки, его реализующей, позволяющих перейти к количественным показателям для оценки долговечности и устойчивости физико-химических свойств в условиях эксплуатации, включая их изменения в результате старения [9].

Для объективации регистрации вышеперечисленных параметров, а также. для повышения достоверности идентификации процессов нано-, микро- и макроизменений в материалах, было предложено синхронизировать с методами термического анализа и электрометрии – метод акустической эмиссии, а сопряжение их с ИК Фурье-спектрометром и микроскопом провести через «кварцевые окна» в термокриостате-электропечи [9], чтобы при анализе продуктов деструкции избавиться от процессов их конденсации на стенках газовых кювет и «температурных проблем» газового анализа (температурных ограничений, поддержания равенства температур отводимых в спектрометр газов и т.д.).

Если сопряжение ИК Фурье-спектрометра с дериватографом является общепринятым решением, например, для иден-

тификации состава продуктов деструкции, то комплексирование методов термического анализа, электрометрии и акустической эмиссии было выполнено ~~нами~~ впервые [10].

Так для определения «порога протекания» и интенсивности процессов нано-, микро- и макродеструкции в материалах, а также вычисления эффективной энергии активации «каналов протекания» в частности, предложено ~~была~~ использовать на 2-х стадийную ~~ая~~ модель излучения акустической эмиссии, описывающую переход от рассеянного к локализованному дефектообразованию, которая дает возможность обнаружения такого перехода по сигналам акустической эмиссии, т.к. фиксирует единичные акты с энергией до 10^{-15} Дж [11]. Применение этой модели позволяет диагностировать предразрушающее состояние образца в рамках концентрационного критерия разрушения [11–13].

Метод термобароденсиметрии, объединенный с методами электрометрии, акустической эмиссии, ИК Фурье-спектрометрии и микроскопии, при использовании термодинамических акустико-эмиссионных эталонов, позволяет решить проблемы метрологии нано-, микро- и макроизмерений, а также проводить диагностику нано-, микро- и макроматериалов и идентифицировать состояние их «жизненного цикла» с привлечением критериев подобия, что повышает точность и достоверность результатов диагностики, и позволяет получить ценную (во многих случаях безальтернативную) информацию о «старении» материалов [14].

Применение данного метода для анализа структуры старения производных графена позволит определить нанодеструкцию, возникновение структурных изменений и появление дефектов (полостей, дислокаций и т.д.), образующихся под воздействием силовых, температурных и электромагнитных полей. Такая диагностика позволит выявить процессы нанодеструкции, протекающие в композиционных материалах не только с графеном, но и с иммобилизованным материалом на его поверхности. Так например за 24 часа, при использовании баро-электро-термо-акустического анализа синхронно вычисляются 38 параметров в режиме ускоренного старения, как за 24 года эксплуатации!

Список литературы

1. Novoselov K.S. Electric field effect in atomically thin carbon films / K.S. Novoselov, K.A. Geim, S.V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S.A. Dubonos // Science. – 2004. – T. 306. – №. 5696. – С. 666–669.

2. Губин С.П. Графен и материалы на его основе / С.П. Губин, С.В. Ткачев // Наносистемы. – 2010. – Том 2. – №1–2. – С. 99–137.

3. Avouris P. Graphene: Electronic and Photonic Properties and Devices // Nano Lett., 2010, 10, 11, 4285–4294.

4. Пат.№ 2194666 РФ, МПК7 С 01 В 13/34. Наноструктурные окиси и гидроокиси и способы их синтеза / Т.Д. Ксиао и др. – № 98115315/12; Заявл. 18.11.97; Опубл. 20.12.02, Бюл. № 35.

5. Chen J., Bradhurst D.H., Dou S.X., Liu H.K. Nickel hydroxide as an active material for the positive electrode in rechargeable alkaline batteries // J. Electrochem. Soc. – 1999. – V. 146, N 10. – P. 3606–3612.

6. Y Xu, H Bai, G Lu, C Li, G Shi; Flexible graphene films via the filtration of water-soluble noncovalent functionalized graphene sheets. – Journal of the American Chemical Society, 2008.

7. Буловский П.И., Зайденберг М.Г. Надежность приборов систем управления: Справоч. пос. – Л.: Машиностроение, 1975. – С. 266–273; 289–298.

8. Белозеров В.В., Босый С.И., Буйло С.И., Видецких Ю.А., Викулин В.В., Прус Ю.В. Октаэдр: метод и комплекс термоакустометрии с синхронным термическим анализом веществ и материалов // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – № 11. – С. 26–27.

9. Белозеров В.В.,Босый С.И. Диагностика опасности материалов методом баротермоэлектрометрии, сопряженной с акустической эмиссией // Фундаментальные исследования. – 2008. – №2. – С. 116–120.

10. Белозеров В.В., Белозеров В.В., Босый С.И., Панченко Е.М., Удовиченко Ю.И. Способ синхронно-сопряженного термического анализа веществ и материалов и установка для его осуществления – Патент РФ на изобретение № 2343467 от 10.01.2009.

11. Буйло С.И., Козинкина А.И. К вопросу об оценке накопления повреждений и момента перехода от рассеянного к локализованному дефектообразованию по восстановленным значениям потока актов акустической эмиссии // ФТТ. – 1996. – Т.38; №11. – С. 3381–3384.

12. Буйло С.И. Применение явления акустической эмиссии для диагностики предразрушающего состояния угольного пласта // Современные проблемы механики сплошной среды: сб. тр. 3-й Междунар. конф. т.1 / под ред. акад. РАН И.И. Воровича. – Ростов н/Д: МП Книга, 1997. – С. 60–63.

13. Буйло С.И. Определение параметров процесса накопления повреждений и оценка критерия разрушения по восстановленным значениям потока актов акустической эмиссии // Дефектоскопия. – 1997. – №7. – С. 84–89.

14. Белозеров В.В., Босый С.И., Буйло С.И., Прус Ю.В., Удовиченко Ю.И. Способ термодинамического акустико-эмиссионного эталонирования и система его реализующая: Патент РФ на изобретение № 2399910 от 20.09.2010.